

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE
PINTADO AUTOMOTRIZ EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:
NEYRA DE LA CRUZ PAUL CHRISTIAN

ASESOR:
Mg. Guido Trujillo Valdiviezo

LINEA DE INVESTIGACIÓN:
SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ.
2017

PAGINA DE JURADO

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA:

A mi madre por el apoyo incondicional y por compartir mis sueños y a todos nuestro Maestros por compartir sus experiencias y conocimientos demostrándonos que con tenacidad, esfuerzo y dedicación podemos alcanzar cualquier objetivo.

AGRADECIMIENTO

A mi madre fuente de apoyo constante e incondicional y más aún en los años de carrera profesional.

Respecto a la elaboración de mi trabajo quiero agradecer. Sinceramente al profesor y profesoras por sus correcciones y sus precisas sugerencias para hacer posible la culminación de este trabajo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **NEYRA DE LA CRUZ PAUL CHRISTIAN** con DNI N° 80145886, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, julio 2017

NEYRA DE LA CRUZ PAUL CHRISTIAN

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación de la metodología SEIS SIGMA para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de **Ingeniero Industrial**.

En él documento contiene los siguientes siete capítulos: En capítulo I Introducción en donde se expone de forma general la realidad problemática, en donde aremos énfasis a los problemas que vamos a investigar en el área de pintura automotriz, así también se analizaran los antecedentes planteados y la teoría que nos guiaran en la investigación, también se realizaran los enfoques de las preguntas, objetivos e hipótesis.

En el capítulo II se expone un Marco metodológico aquí se encuentra constituido por consiguiente se describen las fases del proyecto de investigación las cuales cuentan con el tipo de estudio, el diseño, se analizan las variables con su operacionalización, adicionalmente se analizara la población de estudio, la muestra, así como la validación de los instrumentos utilizados para garantizar la confiabilidad del instrumentos, de tal manera se describe el desarrollo de la mejora, donde se propone la mejora, implementación de la mejora.

En el capítulo III se ofrece los Resultados obtenidos de la investigación así como la interpretación de los mismos, en el capítulo IV se anuncia la Discusión, en el capítulo V las Conclusiones; en el capítulo VI se muestra las Recomendaciones, finalmente en el capítulo VII se muestran las Referencias Bibliográficas y los anexos que son cuadros o imágenes que nos ayudaran como material de apoyo para la tesis realizada y además lo complementan mejor.

NEYRA DE LA CRUZ PAUL CHRISTIAN

ÍNDICE

PAGINAS PRELIMINARES		
Página del jurado		iii
Dedicatoria		iv
Agradecimiento		v
Declaratoria de autenticidad		vi
Presentación		vii
Índice		
RESUMEN		xii
ABSTRACT		xv
 I. INTRODUCCIÓN.		
1.1	Realidad problemática	2
1.2	Trabajos previos	7
1.3	Teorías relacionadas al tema	18
1.4	Formulación del problema	43
1.5	Justificación del estudio	43
1.6	Hipótesis.	46
1.7	Objetivos.	47
 II. METODOS. MARCO METODOLOGICO		
2.1	Diseño de investigación	49
2.2	Variable de operacionalización	50
2.3	Población y muestra	54
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos,	54

2.5	Análisis de datos	56
2.6	Aspectos éticos	57
2.7	desarrollo de la mejora	58
III.	RESULTADOS	101
3.1	Análisis descriptivos	102
3.2	Análisis inferencial	105
IV.	DISCUSIÓN.	113
V.	CONCLUSIONES.	117
VI.	RECOMENDACIONES.	119
VII.	BIBLIOGRAFÍA.	121
VIII.	ANEXOS	124
▪	Matriz de consistencia	127
▪	Diagrama de proceso pintura actual	128
▪	Diagrama de proceso pintura mejorada	130
▪	Validación de los instrumentos	132
▪	Pintado de auto yaris método actual	135
▪	Proceso de preparación y pintado mejorado	135
▪	Proceso de pintado y secado en cabina	136
▪	Secado de cabina de auto kia rio	136

ÍNDICE DE TABLAS

Ilustración 1: Diagrama de Pareto	4
Ilustración 2: Diagrama de causa y efecto	6
Ilustración 3: Flujograma del área de planchado automotriz	76
Ilustración 4: Flujograma del área de pintura automotriz	76
Ilustración 5: Diagrama de proceso sección planchada	77
Ilustración 6: Diagrama de proceso sección pintura	78
Ilustración 14: Gráfico de control actual	81
Ilustración 15: Pareto	82
Ilustración 16: Diagrama causa y efecto	83
Ilustración 17: Pareto	84
Ilustración 18: Diagrama de causa y efecto	84
Ilustración 19: Gráfico de control mejorado	92
Ilustración 24: Productividad antes y después	102
Ilustración 25: Eficiencia antes y después	103
Ilustración 26: Eficacia antes y después	104
Ilustración 26: Productividad antes y después prueba de normalidad	106
Ilustración 27: Eficiencia antes y después prueba de normalidad	107
Ilustración 28: Eficacia antes y después prueba de normalidad	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales causas de baja productividad	4
Tabla 2. Datos de productividad	66
Tabla 3. Diagrama de Gantt	67
Tabla 4.casuas de baja productividad	82
Tabla 5. Causas de insatisfacción del cliente	84
Tabla 6. Datos de productividad	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación	60
Figura 2: Sección planchado	62
Figura 3: Sección pintura	62
Figura 5: Equipos utilizados	64
Figura 6: Pasos de proceso de pintado actual	65
Figura 7: Beneficio de implementación	92
Figura 8: Pasos de proceso de pintado mejorado	93

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación tiene como título “Aplicación de la metodología SEIS SIGMA para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016”, proponiendo como objetivo de mostrar que la metodología de SEIS SIGMA mejora la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C.

Igual manera se realizó un análisis metodológico del proyecto la cual cuenta con un tipo de estudio aplicada, con nivel de investigación diseño cuasi-experimental, en donde la población está conformado por 30 días se utilizó la técnica de la observación simple y recolección de datos, para lo cual utilizamos la ficha de la observación realizada de los tiempos, eficacia, eficiencia y productividad de los cuales fueron analizadas en cuadros estadísticos en Excel y cuadros con el software estadístico de SPSS 22.

Como resultado finalmente se concluye que productividad en 19.02% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una productividad de 99.22% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 80.2%, de igual manera la eficacia se encontraba en 17.25% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una eficacia de 46.08% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 28.82%, finalmente la eficiencia en 11.24% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una eficiencia de 21.34% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 10.1%.

Palabras claves: productividad, cabina de pintura, flujo de proceso, mapa de proceso, histogramas, diagrama de procesos, eficacia y eficiencia.

SUMMARY

The following research project is entitled "Application of the SIGMA SEIS methodology for the improvement of productivity in the automotive painting process in the production area of FACTORÍA ALPAER SAC, CARABAYLLO 2016", aiming to show that the Methodology of SIX SIGMA improves productivity in the process of automotive painting in the company FACTORÍA ALPAER SAC

The same way a methodological analysis of the project was carried out which has a type of applied study, with research level quasi-experimental design, where the population is conformed by 30 days was used the technique of simple observation and data collection, For which we used the tab of the realized observation of the times, efficiency, efficiency and productivity of which were analyzed in statistical tables in Excel and tables with the statistical software of SPSS 22.

As a result, it is finally concluded that productivity at 19.02% and after the application of the six sigma yielded a productivity of 99.22%, consequently we can see that it improved by 80.2%, just as the efficiency was at 17.25% and after the application of the six sigma obtained an efficiency of 46.08%, consequently we can visualize that it was improved by 28.82%, finally the efficiency by 11.24% and after the application of the six sigma an efficiency of 21.34% was obtained, consequently we can visualize that was improved by 10.1%.

Keywords: productivity, paint booth, process flow, process map, histograms, process diagram, efficiency and efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la calidad y el mejoramiento es de mucha importancia para el desarrollo de las empresas, no importa si se trata de productos o servicios, mientras sean de mayor calidad al de la competencia se diferenciará en el mercado que compite. En un mundo tan competitivo, hablar de Calidad en el Servicio al Cliente es un requisito imprescindible cuando se quieren ofrecer excelentes servicios que puedan satisfacer o exceder las expectativas del cliente, más aún cuando la calidad se ha convertido en uno de los principales elementos diferenciadores entre las empresas a nivel mundial.

Por lo que se propuso la implementación de la metodología Seis Sigma para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintura automotriz, estableciendo como medidas principales, la reducción de tiempos de ciclo de pintado, diseño y desarrollo de procesos documentados, que cumplan con los estándares establecidos por el fabricante, el taller y el cliente. La decisión de incursionar en esta propuesta es específicamente para el área de taller de planchando y pintura, se tomó en el momento de analizar sobre los beneficios de mejora que al adoptar la metodología Seis Sigma les brindara: como nueva forma de enfocar las operaciones de las grandes empresas exitosas.

Mencionamos algunos beneficios que se obtendrá al implementar la metodología del Seis Sigma: Disminución de la de los tiempos de secado de pintura, reducción de los defectos del proceso de reparación, mayor satisfacción de los clientes, ahorros en los procesos, por medio de la eliminación de subprocesos y ahorro en los costos del proceso, por medio de la eliminación de subprocesos innecesarios.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La mejora de la productividad en el proceso de pintura automotriz se ha convertido en un factor de mucha importancia para el desarrollo de las empresas, no implica si se trata de productos o servicios, mientras sean de mayor calidad al de la competencia se diferenciará en el mercado que compite, hoy en día la mejora de procesos en una organización es indispensable. En la actualidad las industrias internacionales están en constante mejora de sus procesos, lo que les permiten ser cada vez más competitivas en sus mercados, para generar la rentabilidad, que les da seguridad y firmeza en su economía. Es por eso que la optimización de procesos cumple un rol importante en las industrias en vías de desarrollo y a un más, con mercados globalizados y con firmas de tratados de libre comercio.

Por lo tanto, las empresas deben optimizar cada uno de sus procesos para reducir sus costos, ya que son aspectos claves para poder mantenerse en el mercado que nos exige ser más flexibles e innovadores. El Perú a lo largo de estos últimos años ha registrado un crecimiento económico importante, que le ha permitido a las empresas tener un crecimiento en, sus diversos procesos. Es por eso que muchas empresas de nuestro país han tenido un crecimiento, pero de forma desordenada, en cada uno de sus operaciones, las cuales generan incrementos en el costo de producción. La problemática en este estudio radica en el crecimiento desordenado que ha experimentado las empresas del sector planchado y pintura automotriz, es por eso que la empresa Factoría Alpaer S.AC.

En el caso de una empresa que brinda servicios de planchado y pintura, cuyos principales procesos son los de soldadura y pintura líquida automotriz, se realizará una mejora mediante herramientas de control de calidad como la metodología SEIS SIGMA, con el fin de mejorar la línea de producción de la empresa y los productos con los estándares y requerimientos solicitados por el cliente. El problema principal detectado en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. En la mayoría de los casos de entrega, la empresa no cumple con el tiempo previsto, tomándose unos días adicionales para lograr el producto terminado, lo cual provoca el descontento de los clientes, y en algunos casos, la pérdida de los mismos, siendo esto a su vez causa del desprestigio de la empresa.

Al aplicar la metodología seis sigma se identificó que no existe una clara definición del porqué de los reclamos de los clientes, por la falta de interés de identificar los problemas, como consiguiente se procedió a realizar la observación que no se realiza la medida de los tiempos en los procesos de pintado utilizando como muestra un automóvil, llegando a la conclusión que el tiempo de secado es de 5 horas a 8 horas después de realizar el proceso de pintado, adicionalmente se procede a secar al aire libre con una duración de 24 horas para luego proceder al pulido siendo la demora del proceso de pintado, así mismo se prosiguió a observar que no existe un análisis sobre los excesivos gastos de materiales por que se emplea demasiados materiales para realizar un trabajo de reproceso.

Así mismo observamos que no hay ninguna mejora en los tiempos establecidos para la reducción de los tiempos de pintado automotriz, por último podemos mencionar que no existe un control en los procesos de pintado, como diagrama de procesos, o un instructivo a seguir. Así mismo podemos mencionar que la productividad se ve afectada por la poca eficiencia en los excesos de tiempos para realizar los trabajos de pintado automotriz conllevando a la demora los procesos de pintado principalmente en el proceso de secado de pintura, así mismo también podemos decir que no estamos siendo eficaces al aumentar los gastos de materiales para poder acelerar los tiempos de secado de pintura.

Las herramientas utilizadas para determinar la problemática de la empresa FACTORIA ALPAER, son los que se mencionan a continuación.

- Lluvia de ideas
- Recolección de datos.
- Voz del cliente (voz)
- Diagrama de afinidad.
- Parámetros de calidad crítica (CTQ).

DIAGRAMA DE PARETO.

El diagrama de Pareto es una representación gráfica que ordena las causas de un problema de mayor a menor repercusión. Muestras como unas causas “pocas y vitales” son responsables de la mayor parte de los defectos (aproximadamente el

80 %), y las separa de las “muchas y triviales “que son responsables, solamente del 20%.¹

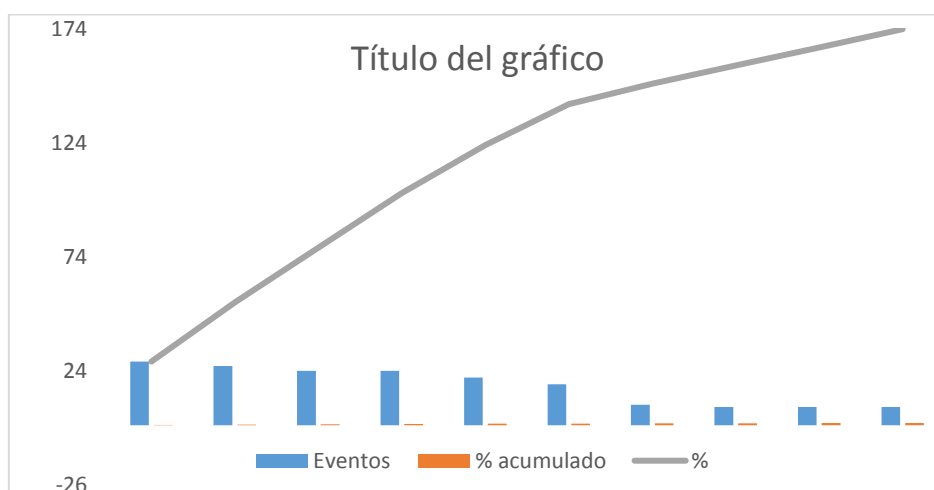
Tabla 1: principales causas de baja productividad

causa de baja productividad	Eventos	% acumulado	%
Demora demasiado el secado de pintura	28	0.16091954	28
Tiempo estandar no establecido	26	0.310344828	54
Retraso de trabajo	24	0.448275862	78
Retrabajo	24	0.586206897	102
Maquinas detenidas por espera	21	0.706896552	123
Esperas innecesarias	18	0.810344828	141
Enificiencia del personal	9	0.862068966	150
Daño del material acumulado en puesto de trabajo	8	0.908045977	158
El personal Deja de trabajar por espera de materiales	8	0.954022989	166
Clima inapropiado	8	1	174
Total	133		

Fuente 1: elaboración propia

Con estos datos podemos realizar nuestro diagrama de Pareto para poder observar la mayor incidencia, que generan las principales causas.

Figura 1: diagrama de Pareto



¹ GONZALES Cristina, DOMINGO Rosario, SEBASTIAN Miguel, (2013), “diagrama de Pareto”, técnica de mejoras de calidad. Madrid: universidad nacional de educación a distancia Madrid, pagina 62.

La pintura tiene un tiempo de secado promedio de 5 a 8 horas y para realizar pulido es de 24 horas, representando ésta, la demora más grande en el proceso de pintado . Asimismo, es importante mencionar que el objetivo general de este proyecto es mejorar la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C, mejorando el recorrido de pintura y reduciendo las distancias y tiempos innecesarios de secado de pintura. Para poder obtener información de las principales causas que producen la baja productividad que tiene la empresa se procedió a reunir al personal encargado del área de pintura automotriz y a los diversos líderes de grupo para poder generar una lluvia de ideas y con esos datos podemos realizar nuestro diagrama causa efecto.

Con los datos obtenidos de la lluvia de ideas, se procedió a realizar el diagrama causa efecto que nos ayudó a analizar y a discutir sobre las posibles causas del problema las cuales lo agrupamos en seis aspectos materiales, mano de obra, métodos, medida, maquinarias y medio ambiente. Luego de obtener las causas principales se reunió al personal involucrado del área de producción de pintado automotriz (supervisores, encargados, planchadores, pintores y personal operativo), para poder realizar una ponderación de las incidencias más comunes de las causas obtenidas del diagrama causa efecto.

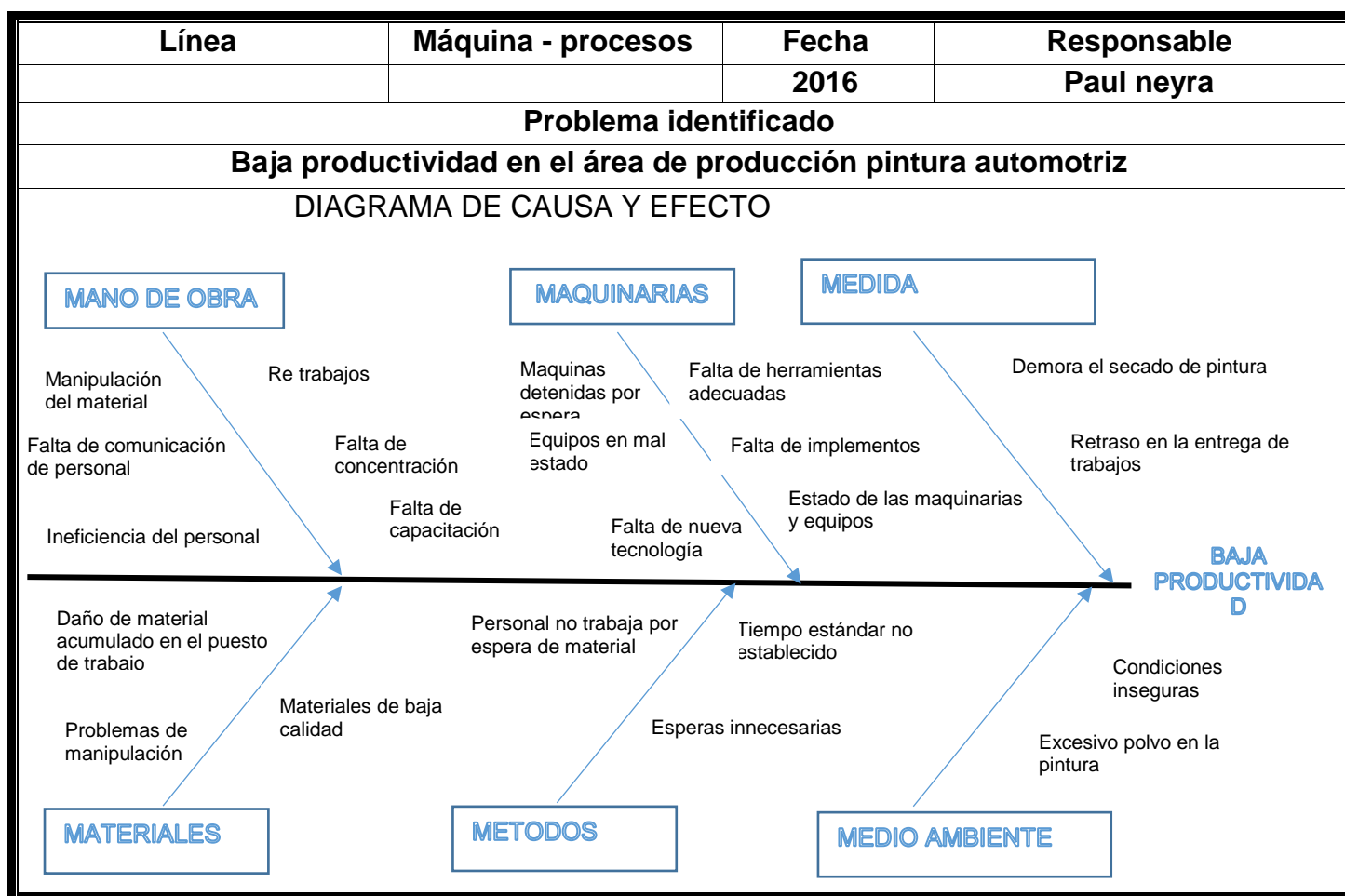
Diagrama de Causa y Efecto:

También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus defectos.²

² CUATRECASAS Arbos, (2012), “diagrama de causa y efecto”, en cuatrecasas, II. gestión de la calidad total. Madrid: ediciones días

Figura 2: diagrama de causa efecto

Fuente: elaboración propia



Existe una enorme cantidad de ventajas al utilizar una cabina para aplicación de pintura dentro del proceso de recubrimiento y acabados, se pueden resaltar cinco puntos principales:

- Protección del usuario.
- Mejoramiento del ambiente de trabajo y cuidado del ambiente exterior.
- Aumento en la capacidad productiva.
- Mejora en la calidad del producto final.
- Pintando un auto en una instalación de pintura, el vehículo obtiene un acabado como recién salido de fábrica. Además, los tiempos de secado son más cortos y el profesional puede realizar el pintado de varios autos a día.

Resultados Esperados.

Se mencionan algunos beneficios que obtendrá al implementar la metodología del Seis Sigma.

- Disminución de la de los tiempos de secado de pintura.
- Reducción los defectos del proceso de reparación.
- Mayor satisfacción de los clientes.
- Ahorros en los procesos, por medio de la eliminación de subprocesos.
- Ahorro en los costos del proceso, por medio de la eliminación de subprocesos innecesarios.

1.2. TRABAJOS PREVIOS.

A nivel de estudios realizados especialmente en el tema de mejora continua para la mejora de la calidad, reducción de tiempos y productividad para empresas locales de manufactura y/o servicios, llevados a cabo en nuestro medio, existen diversos estudios del tema hechos por bachilleres de ingeniería industrial y nos sirven como referencia metodológica para sí enfocar nuestra investigación a la problemática de la empresa entre estos estudios tenemos.

A. REFERENCIAS INTERNACIONALES.

Urcuango, L, en su trabajo de investigación titulado: “mejoramiento de la productividad mediante la implementación de la herramienta DMAIC en la microempresa GONZA de la ciudad de Ibarra”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas, desarrollado en la (UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE DE IBARRA, ECUADOR, 2013), presento como objetivo principal implementar la metodología DMAIC, mediante habilidades y destrezas del equipo de trabajo para mejorar la productividad y calidad de la microempresa “GONZA”, teniendo como variable dependiente la productividad y en base a las dimensiones la eficiencia, calidad de los procesos y tiempos estandarizados, teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizo la observación directa

o simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población de 40 personas obteniendo una muestra de 36 individuos, “para ello procedió a evaluar, proponer y diseñar un procedimiento acorde a las características y necesidades de la microempresa, que gestione la calidad de productos y servicios de manera que se evite quejas e inconformidades por parte de clientes. Llegando a la **conclusión** que al aplicar la metodología DMAIC, se mejoraron los procesos al 93%, a un nivel de calidad sigma de lo se encontraba en 1.58 a 2.97 y con una mejora de la productividad de lo que se encontraba en 68.85% aumento a 78,26%, obteniendo una mejora considerable en su productividad” [...]³.

Para finalizar se consideró muy acertada la decisión de la microempresa GONZA, de implementar la metodología DMAIC, la misma que permitió optimizar recursos técnicos y financieros. El marco teórico y desarrollo de objetivos forman parte de la contribución para la presente investigación. En definitiva se establece que mediante la optimización de la mejora de proceso nos permitió reducir las distancias de recorrido, así como mejorar el flujo del recorrido del producto, generando una reducción de costo de producción, y por lo tanto un incremento de la productividad de la compañía, así como asegurar la posición de la competitividad de la compañía en el mercado.

Valencia, J, en su trabajo de investigación titulado: “diseño implementación de nuevos métodos de trabajos para la optimización del flujo de proceso de producción en el área de pintura de la empresa MAGNETRON S.A.S, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ciencias básicas e ingenierías, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRAS, COLOMBIA, 2014), propuso como objetivo principal construir un diseño para optimización de proceso y aumento de la capacidad en el área de la empresa MAGNETRON S.A.S, teniendo como variable de estudio la productividad, y en base a las dimensiones la eficiencia, tiempos, procesos. Para ello procedió a evaluar, mejoras para obtener un mejor flujo de los productos y personas, se presenta un análisis que partiendo de la

³ Urcuango, L (2013), en su trabajo de investigación titulado: “*mejoramiento de la productividad mediante la implementación de la herramienta DMAIC en la microempresa GONZA de la ciudad de Ibarra*”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas, desarrollado en la (UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE DE IBARRA, ECUADOR).

distribución actual de la planta, inversión de equipos (hornos, cabinas de pintura) y acondicionamiento del proceso se inclina al ahorro en el recorrido del producto y, por consiguiente, un menor desperdicio de tiempos en los procesos productivos. En este sentido, con su diseño e implementación se logró obtener una mayor eficiencia en la productividad, costos y el flujo más continuo del proceso. “concluyendo que los recursos utilizados, con grandes avances en materia de productividad, reducción de tiempos y movimientos en el proceso, reducción de costos y rentabilidad valorada desde la inversión. La reducción del tiempo del proceso productivo se incrementó al permitir unir y rediseñar que en tanques pintado por hora se establezca una mejora en un 44 % En lo que respecta a rentabilidad, los Costos de pintar un tanque por hora se redujo a un 41%, situación que beneficia en materia de incremento del capital de la empresa” [...] ⁴

Como contribución podemos incluir, que en la actualidad las empresas deben buscar ser más competitivos, para lo cual se debe implementar estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad de los productos y servicios que ofrecen, es por esto que se debe ver la necesidad de adoptar la filosofía de manufactura esbelta como elemento diferenciador y de éxito que garantice una alta competitividad en el mercado.

Ramírez, M, en su trabajo de investigación titulado: “plan de mejoramiento al proceso de producción de pinturas y masillas y resinas de la empresa industrias MACAR PALMIRA S.A ”, para optar el título de ingeniera industrial, de la facultad de ingenierías industrial, desarrollado en la (UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE, COLOMBIA, 2013), propuso como objetivo principal proponer un plan de mejoramiento que permita el aumento de la productividad, rentabilidad y competitividad de la empresa a partir del análisis de las causas que generan los problemas en la producción de las líneas de masillas y resinas. Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como

⁴ Valdivia, Carlos (2013), en su trabajo de investigación titulado: “*diseño implementación de nuevos métodos de trabajos para la optimización del flujo de proceso de producción en el área de pintura de la empresa MAGNETRON S.A.S*, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ciencias básicas e ingenierías, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRAS, COLOMBIA).

instrumento utilizo la observación directa o simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y una muestra de 32 datos, se plantea como problema identificar las causas o parámetros que reducen la competitividad y la productividad de la empresa, para afrontar las necesidades de un mercado globalizado.

“Concluyó finalmente la acción de mejora planteada y desarrollada fue de gran pertinencia para la empresa, ya que elevó el nivel de productividad multifactorial en un 90% como consecuencia de una adecuada gestión de los recursos en función del aprovechamiento de la capacidad instalada” [...]⁵.

Lo valorativo fue la correcta aplicación de metodología de manufactura esbelta le permitió optimizar los procesos en diversas áreas del trabajo, las cuales le genero un incremento importante y por ende la productividad obteniendo competitividad en el mercado.

Tolamatl, M, Gallardo, D, Varela, j, Flores, E, en su trabajo de investigación titulado: “Aplicación del seis sigma en una micro empresa del ramo automotriz”, para optar el título de ingeniero industrial, desarrollado en la (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA TLAXCALA, MEXICO), busco como objetivo principal reducir el producto no conforme y los costos por defectos de calidad. Teniendo como variable la productividad y en base a las dimensiones de calidad, Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizo la observación simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y muestra de 28 observaciones. Analizo el proceso detalladamente se desarrollaron para cada operación mapas entrada-proceso-salida. Se identificaron las variables que se deben controlar para que el proceso se lleve a cabo adecuadamente.

“Llegando a la conclusión el desarrollo del proyecto fue exitoso, se redujo 13% del producto no conforme en el área de pintura de lo que encontraba en 17.5%, esto mejoró el rendimiento del proceso al pasar de un nivel sigma 2.4 a un nivel 3.6, fue

⁵ Ramírez, M, (2013), en su trabajo de investigación titulado: “plan de mejoramiento al proceso de producción de pinturas y masillas y resinas de la empresa industrias MACAR PALMIRA S.A ”, para optar el título de ingeniera industrial, de la facultad de ingenierías industrial, desarrollado en la (UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE, COLOMBIA).

así como se disminuyó la variación de proceso haciéndolo más confiable para el cliente, además las acciones que se implementaron fueron muy creativas para minimizar la inversión necesaria” [...]»⁶.

Lo valorativo del estudio fue logró un liderazgo compartido del grupo de trabajo seis sigma, donde cada integrante asumió el rol y el liderazgo que le correspondía ante sus socios para lograr que las cosas sucedieran. El trabajo de equipo fue fundamental para la solución de problemas e implementación de acciones de solución.

Mencionaremos que la presente tesis fue de ayuda muy importante porque permite encontrar las causas principales que originan los reprocesos y tiempos prolongados

Andrade, M, Maldonado, D, en su trabajo de investigación titulado “propuesta de mejora en la eficiencia operacional del taller de enderezada y pintura “azucenas” de automotores y anexos (ayasa), basado en un modelo de simulación”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO- ECUADOR, 2012), buscó como objetivo principal generar una propuesta de mejora de la eficiencia operacional del taller de enderezado y pintura “azucenas” de automotores y anexos S.A, basado en los modelos de simulación. Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizó la observación directa o simple por que observó las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y una muestra de 30 datos. Se estructuró el trabajo y sus respectivas fases. El estudio se inició con el análisis de los manuales de procedimientos de la empresa y posteriormente, se definió que se enfocaría en los vehículos de ciclo largo medio.

“Para esto, se realizó una toma de tiempos de las operaciones del proceso productivo. Con los resultados, se definió su capacidad, y se elaboró un modelo de simulación para evaluar la situación actual. Adicionalmente, se identificaron problemas de tiempos muertos y congestión vehicular dentro del taller. Se realizaron dos propuestas de mejora sustentadas en modelos de simulación, las

⁶ Tolamatl, M, Gallardo, D, Varela, J, Flores, E, en su trabajo de investigación titulado: “*Aplicación del seis sigma en una micro empresa del ramo automotriz*”, para optar el título de ingeniero industrial, desarrollado en la (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA TLAXCALA, MEXICO),

cuales consisten en una restructuración del layout, para eliminar los errores de pintura, y una modificación de la jornada laboral en las áreas de preparación y pintura. Finalmente, se realizó un análisis financiero para evaluar su factibilidad. Finalizando con un incremento de la eficiencia de lo que estaba en 53% llegando a una eficiencia final en 94% resultado un incremento de 41% de eficiencia” [...] ⁷.

Como contribución se pudo apreciar que todas las áreas de la empresa estuvieron comprometidas en el desarrollo del proyecto de mejora, el cual es muy importante en la ejecución de todo proyecto porque todos deben de estar comprometidas con el cambio desde la gerencia hasta las áreas operativa.

A. REFERENCIAS NACIONALES.

Calderón, M. Peralta, C, en su trabajo de investigación titulado “mejora continua de la productividad de la empresa MODASA mediante la metodología PHVA”, para optar el título de ingeniería industrial, de la facultada de ingeniería y arquitectura, desarrollado en la (UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, PERU, 2013), presentó como objetivo principal implementar herramientas de mejora para la productividad en el área de producción de buses de la empresa MODASA, teniendo como variable la productividad y en base a las dimensiones de calidad, control de calidad, y mejora continua. Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizó la observación directa o simple por que observó las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y una muestra de 32 observaciones. para ello procedió a evaluar que una baja productividad de la línea de Buses VTUG, que generan días de producción más de lo debido, altos índices de reproceso, es necesario desarrollar un sistema de mejora continua basado en la calidad de los productos y de los procesos, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes externos e internos.

⁷ Andrade, M, Maldonado, DI, (2012), en su trabajo de investigación titulado “*propuesta de mejora en la eficiencia operacional del taller de enderezada y pintura “azucenas” de automotores y anexos (ayasa), basado en un modelo de simulación*”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO- ECUADOR).

“Llegando a la conclusión que mediante la estandarización de las operaciones, capacitación del personal, estaciones de trabajo paralela, distribución de la línea en forma de U, adquisición de maquinaria y considerando los mismos tiempos de la mano de obra, se redujo significativamente las tareas y movimientos inútiles, se equilibraron los procesos en términos de tiempo de producción, utilizando mínima cantidad posible de trabajo en curso de 298.68 horas a 278.45 horas, lo cual corresponde a un 6.8% de mejora. El proyecto generó una reducción de días de producción de un bus VTUG, de 33 días a 29 días, lo cual pudimos llegar a un 50% con los objetivos de la empresa que fijaba en 25 días, obteniendo incrementos en la eficacia de 42.02% a 54.41% y la eficiencia de 73.96% a 83.39% mejorando significativamente” [...]”⁸

Es trascendental, la correcta aplicación de metodología de manufactura esbelta le permitió optimizar los procesos en diversas áreas del trabajo, las cuales le generó un incremento importante en sus indicadores de eficiencia, eficacia y por ende la productividad obteniendo competitividad en el mercado. Lo valorativo es la correcta aplicación de metodología de manufactura esbelta le permitió optimizar los procesos en diversas áreas del trabajo, las cuales le generó un incremento importante en sus indicadores de eficiencia, eficacia y por ende la productividad obteniendo competitividad en el mercado.

Valdivia, Carlos, en su trabajo de investigación titulado “Diagnóstico y Propuestas de Mejora de Procesos empleando la Metodología Seis-Sigma para una Fábrica de Mantenimiento y Reposición de Mobiliario para Supermercados y Tiendas Comerciales”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2013), buscó como objetivo principal mejorar el proceso de pintado en polvo, o como se le conoce también, pintura electrostática o powder-coating, aplicando como herramienta de mejora la metodología Seis Sigma. Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizó la

⁸ Calderón, M. Peralta, C (2013), en su trabajo de investigación titulado “mejora continua de la productividad de la empresa MODASA mediante la metodología PHVA”, para optar el título de ingeniería industrial, de la facultada de ingeniería y arquitectura, desarrollado en la (UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, PERU).

observación directa o simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y una muestra de 36 datos.

“Llegando a la conclusión que los problemas que se presentan en la empresa están ligados directamente con los procesos y métodos de trabajo, no con las máquinas, medios de trabajo ni directamente ligado a la mano de obra. Es decir, para mejorar la calidad de un producto o servicio, se debe empezar por analizar los procesos antes que los inputs.

Al realizar el análisis del proceso de pintado en polvo se identifica los factores más relevantes que son las fuentes del problema en el proceso, para ello se aplica el diseño de experimentos que contribuye a mejorar dichos factores y presentar una situación óptima para reducir el porcentaje de piezas defectuosas. Concluyendo que con la mejora en el proceso ayudo en minimizar en 50% o más el porcentaje de bandejas defectuosas que son devueltas por los clientes” [...]⁹.

Lo valorativo en esta tesis se pudo apreciar que todas las áreas de la empresa estuvieron comprometidas en el desarrollo del proyecto de mejora, el cual es muy importante en la ejecución de todo proyecto porque todos deben de estar comprometidas con el cambio desde la gerencia hasta las áreas operativa.

Conclusiones: en la actualidad las empresas peruanas deben buscar ser más competitivas a nivel nacional e internacional, para lo cual se deben implementar estrategias que contribuyen a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Es por esto que se debe ver la necesidad de adoptar la filosofía de manufactura esbelta como elemento diferenciador y de éxito que garanticen una alta competitividad en el mercado.

Torrejón, Dick, en su trabajo de investigación titulado “Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la

⁹ Valdivia, C, (2013), en su trabajo de investigación titulado *“Diagnóstico y Propuestas de Mejora de Procesos empleando la Metodología Seis-Sigma para una Fábrica de Mantenimiento y Reposición de Mobiliario para Supermercados y Tiendas Comerciales”*, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ).

(UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2015), buscó como objetivo principal mejorar los procesos de reparación dentro de un taller de carrocería y pintura empleando técnicas de simulación de operaciones.

Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizo la observación directa o simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas, teniendo una población y una muestra de 30 datos, Para el análisis de datos se utilizó data real del taller obtenido de sistemas internos, Creados para la medición de tiempos. Cabe mencionar que cuanto más precisos sean estos datos se podrá obtener resultados más reales sobre el estado del sistema evaluado ya que el fin último de la recopilación de datos es encontrar funciones estadísticas que se adecuen a cada proceso involucrado en el sistema. “Después de construir el modelo de simulación y ejecutarlo, se verificó que los resultados obtenidos sean semejantes a la realidad utilizando intervalos de confianza, en este caso se corroboró que los dos principales indicadores a mejorar sean simulados correctamente: TPE (en promedio 11 días) y reparaciones mensuales (en promedio 175 vehículos / mes).Luego de realizar el análisis, se planteó un modelo de optimización del sistema, calculando una solución óptima y para lograr los objetivos descritos. La combinación obtenida redujo el TPE en 2 días, es decir ahora sería de 9 días, y se aumentó las reparaciones mensuales del taller a 185 vehículos. Después, se escogió una propuesta de mejora que incluyó la contratación de dos técnicos nuevos y la promoción de uno, [...]”¹⁰.

Es Valorativo, mediante la implementación de nuevos métodos de trabajo, se optimizo el tiempo de producción la cual permite poder producir más de forma segura y ordenada y por lo tanto incrementar la productividad.

Podemos decir que actualmente, las organizaciones tienden a cubrir las expectativas de sus clientes. La estructura está diseñándose en función de lo que quiere el cliente. Por ese motivo, los productos o servicios deben cumplir con unos estándares de calidad para entrar a un mercado cada vez más exigente, y a una estrategia valida es la utilización de un sistema de gestión de calidad integral.

¹⁰ Torrejón, D, (2015), en su trabajo de investigación titulado “*Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones*”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ).

Cuando se implementa un sistema de gestión, el siguiente pasó para mejorarlo con las experiencias diarias de todos, porque se generan nuevas ideas y proyectos de cambio.

Claudio, P, en su trabajo de investigación titulado “Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 2013), buscó como objetivo principal analizar las principales causas que generan ineficiencias y merman la productividad en un taller mecánico de una empresa comercializadora de maquinaria, además de identificar oportunidades de mejora que permitan incrementar la productividad y la eficiencia del área. Teniendo un diseño de investigación cuasi-experimental, de acuerdo a su investigación aplicada, como instrumento utilizo la observación directa o simple por que observo las actividades diarias de las áreas involucradas.

“Llegando a la conclusión la mejora de procesos es una herramienta que busca optimizar los recursos de las organizaciones alineándolos con sus objetivos. Específicamente, con la metodología de mejora de Deming aplicada en la tesis, se busca ordenar y mantener actualizados los procesos de negocio e iniciar la transformación del estado actual de desempeño del área hacia un estado futuro de un nivel significativamente superior. Luego de ello, en un periodo de mediano a largo plazo, se puede considerar adoptar metodologías de mejora de excelencia en la gestión como Six Sigma, finalizando que se aumentó en 10% las reparaciones en el taller, se redujo el tiempo de espera en 2.6%, de las reparaciones subieron de un valor de 204 a un aumento del 10% finalmente concluyo que para el estudio se realizó un análisis del impacto económico de la propuesta, mediante la evaluación del costo – beneficio, que involucra la identificación de costos, ahorros” [...]”¹¹

Lo valorativo dado que las organizaciones se han visto sorprendidas por el vértigo del crecimiento macroeconómico del país, ya que han venido priorizando el aumento de sus ingresos (ventas) sin su contraparte en la gestión de sus procesos

¹¹ Claudio, P, (2011), en su trabajo de investigación titulado “Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

de negocio; tienen en la actualidad la necesidad de ordenar sus procesos y optimizar sus recursos para asegurar su competitividad y sostenibilidad.

Sánchez, J, en su trabajo de investigación.” diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa LA CASA DE TORNILLO SRL”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultada de ingeniería, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, CHICLAYO, PERU 2011), presentó como objetivo principal diseñar e implementar un sistema de automatización para mejorar la producción de los carretos, teniendo como variable el mejoramiento de la productividad y en base a las dimensiones costos, calidad de procesos y tiempos. para ello procedió a analizar que los sistemas de automatización se han transformado en un elemento clave para mejorar la competitividad de las empresas y optimizar los procesos de producción, trayendo consigo grandes ventajas a las empresas que decidan adoptar estos sistemas, llegando a la “conclusión al implementar el sistema de automatización se logró reducir 150 horas de trabajo de 225 horas, es decir que anteriormente en 225 horas se obtenía una producción de ensamble de 1500 carretos y ahora, en 75 horas se ensambla los1500 reduciendo 150 horas equivalente a 18.5 días y de esta manera se ha aumentado la productividad de 0.94 a 3.72” [..]¹²

La producción aumento en un 33.3% equivalente a 500 carretos que dejan un margen de utilidad de s/ 6977 mensuales, como aporte se podría mencionar que toda empresa manufacturera debería implementar estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad de sus productos y servicios que ofrecen, si buscan ser más competitivos en el mercado local.

¹² Sánchez, J (2011), en su trabajo de investigación.” diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa LA CASA DE TORNILLO SRL”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultada de ingeniería, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, CHICLAYO, PERU 2011),

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

Para Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek (2002, pág. 37) corroboraron que en un sentido general una teoría no es más que un conjunto de hipótesis, lógicamente relacionadas entre ellas, que explican y predicen ocurrencias.

A. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable independiente: SEIS SIGMA.

Gómez, F, Villar, J, Tejero, M (2010, pag. 42), Es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo. Utiliza las metas y los objetivos del cliente para manejar la mejora continua a todos los niveles en cualquier empresa. El objetivo a largo plazo es el de diseñar e implementar procesos más robustos en los que los defectos se miden a niveles solamente unos pocos por millón de oportunidades.

Seis Sigma proporciona medidas que se aplican tanto a las actividades de producción como de servicios; los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Históricamente (desde el año 1920), se discute que la capacidad de un proceso de negocios en términos estadísticos es como obtener tres sigmas. Esto se refiere a un proceso en el que el promedio (media) es fijo y cuya medida de la variabilidad (sigma) sería de 66 807 DPMO. Un proceso de cuatro sigma, que es donde muchas compañías están actualmente, tendría 6 210 DPMO, y un proceso de Seis Sigma tendría 3.4 DPMO.

Esta es la forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento; pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores soluciones. Se enfoca a definir la satisfacción del cliente, midiendo y usando los e para reducir de manera continua los defectos por millón de oportunidades en cada medición. El número es demasiado pequeño (3.4 DPMO).

Los esfuerzos Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo de ciclo
- Reducir los defectos.

Las mejoras en estas áreas normalmente representan grandes ahorros de costos para los negocios, así como oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa excelente en productos y servicios.

Gutiérrez, (2010, pág. 280), seis Sigma (6s) afirma que es una metodología y basa su teoría en una estrategia de mejora continua del negocio, que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades.

Seis Sigma es una metodología de alta efectividad usada alrededor del mundo por cientos de organizaciones con el fin de mejorar su posición competitiva y financiera, para ello recurre a la eliminación de los defectos que afectan la calidad de los procesos que conforman la cadena de valor de los negocios.

A partir de la "voz del cliente", Seis Sigma corrige los problemas antes que se presenten, examinando los procesos repetitivos de la organización, reduciendo la variabilidad y mejorando el desempeño de asuntos clave, optimizando así el tiempo del ciclo, defectos y costos. Esto representa para la empresa mejoras espectaculares en s, así como oportunidades para retener a los clientes, conquistar nuevos mercados y construir una reputación de excelencia con productos y servicios de clase mundial.

Seis sigma es una novedosa metodología de gestión de la calidad que permite centrarnos en un proceso determinado, conocerlo en profundidad, detectar las causas de los defectos en los productos (o servicios) implicados y aplicar los cambios necesarios para eliminarlas. De esta forma, se consigue una mejora real del proceso, reduciendo al máximo los fallos y aumentando el beneficio de nuestro negocio.

Masmella, (2014). Menciona sobre su teoría lo siguiente para Optimizar propone el ciclo DMAIC de Seis Sigma como la guía para desarrollar proyectos de mejora

continua, Seis Sigma es apalancado por el ciclo DMAMC que cuenta con cinco etapas:

- **Definir**, concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.
- **Medir**, entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- **Analizar**, que pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- **Mejorar**, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.
- **Controlar**, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción al cliente.

UNIVERSIDAD ESAN, (2015), Seis Sigma es una metodología de alta efectividad usada alrededor del mundo por cientos de organizaciones con el fin de mejorar su posición competitiva y financiera, para ello recurre a la eliminación de los defectos que afectan la calidad de los procesos que conforman la cadena de valor de los negocios.

A partir de la "voz del cliente", Seis Sigma corrige los problemas antes que se presenten, examinando los procesos repetitivos de la organización, reduciendo la variabilidad y mejorando el desempeño de asuntos clave, optimizando así el tiempo del ciclo, defectos y costos.

Características del seis sigma:

Orientación al cliente. Es casi una obsesión mantener siempre en la mira las necesidades de los usuarios externos, direccionando los esfuerzos de mejora. Los proyectos de Seis Sigma producen un mayor Retorno de Inversión (ROI). Son muchas las empresas que reciben beneficios económicos de 10, 20 y hasta 100 veces el valor invertido. Cambia la manera de gestionar. Líderes y altos ejecutivos en las organizaciones están aprendiendo las herramientas y conceptos de Seis Sigma. Seis Sigma ha producido resultados económicos impresionantes. Sin embargo, alcanzarlos requiere de un gran trabajo en equipo, disciplina, además de

tiempo y entrenamiento para que las personas enfrenten los retos con herramientas analíticas.

Tcmetrologia, (2014), Seis sigma es una novedosa metodología de gestión de la calidad que permite centrarnos en un proceso determinado, conocerlo en profundidad, detectar las causas de los defectos en los productos (o servicios) implicados y aplicar los cambios necesarios para eliminarlas. De esta forma, se consigue una mejora real del proceso, reduciendo al máximo los fallos y aumentando el beneficio de nuestro negocio. Un proyecto seis sigma para mejorar el rendimiento de un proceso implica distintas fases; definir, medir, analizar, mejorar y controlar. De esta forma, aplicando adecuadamente cada etapa se consigue minimizar los fallos asociados al proceso, alcanzándose el objetivo mínimo de 3,4 errores por millón de eventos u oportunidades (DPMO).

Este sistema de trabajo se conoce, utilizando las siglas en ingles de cada etapa, como la metodología DMAIC. Por lo tanto, podemos definir a seis sigma como un sistema de mejora de la calidad, que se centra en un proceso en concreto y que actúa sobre el mismo para eliminar las causas de fallos y defectos.

“Según lo manifestado por los autores mencionados, podemos definir que Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos y de control de calidad, lo que hacen las empresas que aplican esta metodología que se enfocan en la reducción de variables dentro de un proceso, lo que lleva a disminuir los defectos en los servicios o productos por ejemplo si fabricamos un producto cualquiera que sea cada millón de productos se le entrega a nuestro cliente solamente 3.4 de un millón tienen un defecto eso es como a lo quieren llegar las empresas que aplican la metodología de seis sigma. Entonces la metodología de seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos por eso es que se llama seis sigma porque sigma es la desviación típica que da una idea de variabilidad de un proceso, entonces lo que uno quiere hacer es reducir esa viabilidad , mientras más variables sea un proceso que sea igual va a tener más errores, si uno quiere que un proceso sea igual para tu producto final sea idéntico al original que era perfecto si tienes variables en todo ese proceso vas a tener

errores o vas a tener que desperdiciar tiempo, desperdiciar personal y no vas a llegar a lo más eficiente que pudieras ser

Definición de seis sigma como una medida estadística

El programa Seis Sigma intenta batir un enemigo de los procesos: La variabilidad, la cual se define como la variación en un producto y está presente en todo proceso real, de modo que no se puede predecir con exactitud el resultado de un proceso antes de que éste suceda. Eso no significa que la variabilidad no se pueda medir. Sí suele ser posible saber el valor medio aproximado de la medida de la cual se está estudiando la variabilidad.

El funcionamiento de seis sigma

Trabaja proyecto a proyecto como única forma de eliminar problemas sistemáticos de variabilidad que afectan a procesos medibles y que se traducen en defectos cuantificables.

La metodología consiste en 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, y su abreviatura más común es DMAMC. Veamos a continuación las actividades que se llevan a cabo en cada una de estas fases:

- **DEFINIR:**

En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto.

El primer paso para lograr un proyecto exitoso será su selección adecuada que, por lo general, es responsabilidad de los champions y/o de los black belts. Es deseable que sean áreas de mejora de alto impacto, como reducción de defectos, mejora del flujo de un proceso o ligado directamente con la satisfacción del cliente (quejas, por ejemplo). El proyecto debe contar con el apoyo y comprensión de la alta dirección, y su efecto tiene que ser importante y medible. Hay que tener cuidado en cuanto a que el proyecto tenga factibilidad de realizarse en un lapso de tres a seis meses.

Establecer el marco del proyecto. Con el bosquejo de definición de proyecto que el

champion entrega al líder del equipo, éste debe completar la definición especificando los diferentes elementos del marco del proyecto. De tal forma que, a través de éste, quede claro de qué trata el proyecto, los involucrados, los beneficios esperados, etc.

- **MEDIR:**

El objetivo general de esta segunda fase es entender cuantificar y mejorar la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, se define el proceso a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; se establecen con mayor detalle las métricas (las Y9s) con las que se evaluará el éxito del proyecto, y se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que puedan medirse en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado se mide la situación actual (o línea base).

Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son mapeo de procesos a un nivel detallado, métodos para realizar estudios de repetitividad y reproducibilidad y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma.

- **ANALIZAR:**

La meta de esta fase es identificar la causa raíz del problema, entender cómo éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Se trata entonces de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmar éstas con datos. Obviamente, para encontrar la raíz del problema, primero será necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema.

Una muestra del tipo de profundidad en el análisis que se debe procurar en esta etapa en la que se aplica la técnica de los cinco porqués para encontrar la causa de que el mármol de un monumento se está deteriorando. En ese caso, si el análisis sólo hubiera llegado hasta el segundo o tercer porqué, entonces se trataría de resolver el problema buscando otro tipo de detergente o tratando de ahuyentar a los gorriones del lugar. Pero la verdadera causa es el modo de iluminación del lugar, por lo que al

hacer un cambio para que ésta no atraiga a los insectos se logra un efecto en toda la cadena de causas-efectos.

Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco porqués, despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión

- **MEJORAR:**

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz y asegurarse de que se corrija o reduzca el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, pokayoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto.

- **CONTROLAR:**

Una vez que se alcanzaron las mejoras deseadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios hechos para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente que participa en el proceso, lo que puede tener sus resistencias y complicaciones. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenidos se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.

- Alentar la mejora continuar.

El proceso como vehículo clave del éxito

Sea que esté enfocado en diseñar productos y servicios, en medir el desempeño, en mejorar la eficiencia o la satisfacción del cliente, o incluso en hacer funcionar el negocio, Seis Sigma coloca al proceso como el vehículo clave del éxito. Una de las mejoras más remarcables en los

Estas herramientas ayudan a las organizaciones a entender sus procesos para mejorarlos. Los directores deben entenderlas y aplicarlas según las necesiten para desarrollar, implantar y monitorizar un sistema de calidad. Estas herramientas son:

- Diagrama de causa-efecto (o de Ishikawa).
- Hoja de comprobación (Check-sheet).
- Tormenta de ideas.
- Diagrama de flujo.
- Histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de correlación.

¿Por qué establecer equipos?

- Los equipos se desempeñan mejor que los individuos.
- Ayudan a crear lazos dentro de la estructura de la empresa.
- Vencen los desafíos con mayor velocidad y calidad.
- Permiten una mayor flexibilidad.
- Enfrentan con mayor fuerza las amenazas que se presentan.
- Se crea más compromiso hacia el trabajo.

Se deben definir los roles, las reglas básicas y la forma de trabajar, se debe estimular y entusiasmar al equipo; a cualquier participante se le deberán responder preguntas de este tipo:

- ¿Por qué estoy aquí?
- ¿Qué papel voy a desarrollar?
- ¿Cuánta influencia tendré en el mejoramiento del proceso?
- ¿Qué procedimientos usaré?

- ¿Cuál debe ser nuestro alcance?
- ¿Cómo será mi interacción con otras personas?
- ¿Cuál es nuestro propósito?

En esta etapa se definen los propósitos u objetivos y como medir el porcentaje de avance del proceso, como registrar y acoplar ajustes sobre la marcha. Aunque no existen reglas generalizadas, una base para contar con un buen equipo sería tratar de cumplir o apegarse a los siguientes puntos:

- Claridad en metas y objetivos.
- Plan de mejora continúa.
- Funciones bien definidas por integrante.
- Comunicación clara.
- Acuerdos en la toma de decisiones.
- Participación equilibrada.
- Empleo del método científico.

“Entonces, mientras más alto sea el nivel de sigma que se va a tener, mejor es la eficiencia en los procesos, en ese sentido se procederá a desarrollar las características de la teoría de Gómez la cual será la base en la que se sustenta la investigación”.

B. Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD.

Gutiérrez, (2010, pág. 21), define que la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementa la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad, se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina.

Cruelles, (2013, pág. 10), sostiene: la productividad es un ratio que mide el grado de aprovechamiento de los factores que influyen a la hora de realizar un producto.

Es de vital importancia resaltar que uno de los factores determinantes para la productividad son las habilidades que tengan los trabajadores, así como los conocimientos del puesto y la personalidad, sin embargo como se desprende de las teorías señaladas anteriormente, la productividad depende también del nivel de satisfacción que pueda tener la persona. Ante esto, los procesos como el análisis de puesto y un eficaz proceso de selección resultan de vital importancia.

García Cantú, a. (2011, pág. 16), afirma que la productividad como una relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervienen. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Factores de la producción}}$$

Caracteriza de la siguiente manera:

Eficiencia: es la relación **entre los recursos** programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un periodo definido.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}}$$

Eficacia: es la relación entre los productos logrados y la meta que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{productos logrados}}{\text{Metas}}$$

Efectividad: es la relación entre eficiencia y eficacia. El índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y eficacia en la producción de un producto en un periodo definido. Efectividad es hacer bien las cosas, obteniendo resultados.

$$\text{Efectividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia}$$

Hablar de productividad es hablar de la relación entre la producción total y los insumos totales; esto es, la relación entre los resultados logrados y los recursos consumidos, o la relación entre la efectividad con la cual se cumplen las metas de la organización y la eficiencia con que se consumen esos recursos en el transcurso de ese mismo cumplimiento. La productividad es una medida relativa, en el sentido de que su significado se basa en la comparación entre la razón de productividad del presente y la razón de productividad de un periodo anterior.

Vergara, (2015), la relación entre la cantidad de producto obtenido y una cantidad dada de insumos o factores productivos. La productividad puede calcularse respecto a un factor productivo en particular, a una unidad productiva o una actividad económica. Se dice que un factor es más productivo cuando con la misma cantidad utilizada del factor se obtiene un volumen mayor de producción.

“Según lo manifestado por los autores mencionados, podemos mencionar que la productividad es la relación entre lo producido y lo consumido, a mayor producción con el mismo consumo somos más productivos.

Como mejorar esa producción, esa producción la podemos mejorar con mejores maquinas, con mejor tecnología, una mejor maquina una tecnología más avanzada nos va a dar una mayor capacidad de fabricación en el menor tiempo.

Los materiales: los materiales están evolucionando mucho, están saliendo materiales cada más económicos que mejoran el rendimiento de la producción.

La mano de obra: la mano de obra es cada vez más calificada tiene mejores habilidades van a producir en menos tiempo lo que otros no podían porque no tenían esas habilidades”.

El método. Los métodos también están cambiando hay empresas que utilizan mejores métodos que otras con la misma mano de obra y van a tener mejor capacidad de fabricación.

La medida: la medida es muy importante si una persona se mide va a tener un punto de referencia para mejorar cada vez más su desempeño.

El medio ambiente: el medio también donde se encuentra las empresas también inciden, una empresa que está en un ambiente que genera competencia va a tener incentivos para ser cada vez mejor.

Como afecta la productividad en una empresa, una empresa que piensa en términos de productividad siempre está pensando en producir mucho más de lo que consume, si una empresa consume un sol y produce 80 céntimos cada vez va a estar en déficit y va a hacer una empresa que no es rentable, una empresa productiva consume un sol y produce un sol cincuenta, cada vez va a tener mejores resultados, la productividad en términos generales es la relación entre producir y consumido, producir más o menos.

Importancia de la Productividad

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad ya que una empresa que no sea productiva simplemente no podría surgir. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Hay que recordar que las filosofías y técnicas de métodos, estudio de tiempos y sistemas de pago de salarios son igualmente aplicables en industrias no manufactureras. Por ejemplo: Sectores de servicio como hospitales, organismos de gobierno y transportes. Siempre que hombres, materiales e instalaciones se conjugan para lograr un cierto objetivo la productividad se puede mejorar mediante la aplicación inteligente de los principios de métodos, estudios de tiempos y sistema de pago de salarios.

La importancia de la productividad se reconoce universalmente ya que no existe ninguna actividad humana que no se beneficie de la productividad

Mejorar la productividad es clave para mejorar el nivel de vida de la sociedad, ya que repercute en más potencial de incrementar los sueldos y más rentabilidad para el capital invertido que incentiva cada vez más la inversión, el crecimiento de empleo y el crecimiento de la economía.

Funciones de la Productividad

La teoría de la función de producción brinda un contexto científico a la tarea de construcción de indicadores de productividad. Esta cobertura teórica alcanza a los niveles micro y macroeconómico. De la expresión matemática de la función de producción se pueden derivar y deducir prácticamente todas las fórmulas de productividad. Aquí radica precisamente el carácter axiomático de este enfoque. Los métodos de medición de productividad que actualmente utilizan las empresas tienen como soporte conceptual a la teoría de la función de producción, aunque esto no significa adherir necesariamente o asumir todas las implicaciones de dicha teoría. Métodos tales como el de productividad parcial del capital, ganancias de productividad, etc., pueden ser deducidos a partir de la función de producción mediante un sencillo procedimiento lógico-aritmético.

En términos muy generales, una función de producción es una expresión matemática que muestra cómo los factores de producción se transforman en bienes y servicios, con indicación expresa de las cantidades de recursos y productos involucrados. La idea básica es que en cualquier proceso de producción, existe una relación o proporción entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de productos obtenidos.

Las funciones de productividad vienen indicadas por los objetivos:

- Definición del Producto: Materiales, tiempos y con añadido (para costos) o no de desperdicio (horas y materiales).
- Definición de los Procesos: Recursos a emplear (Operarios de, materiales, Máquinas, instalaciones).

- Definición de las Personas: Directas e Indirectas. En base a esto, obtendremos relaciones de sólo Directos, de solo Indirectos o de ambos.
- Control de los Datos del Proceso: Datos de partes de Trabajo o Bonos y datos de consumos de materiales, así como de productos buenos realizados.
- Relacionar lo definido en producto con respecto a los datos obtenidos: Obtención de Indicadores.
- Determinar, mediante análisis, diagnósticos y propuestas de mejora o resolución de problemas, o el empleo de otras técnicas y herramientas a mejora de estos Indicadores.

Factores que influyen en la Productividad

La productividad en una empresa puede estar afectada por diversos factores externos, así como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos.

Factores Externos:

- Reglamentación del Gobierno, la legislación obrera, las leyes proteccionistas y las reglamentaciones fiscales inciden directamente o indirectamente sobre la productividad.
- La reglamentación para proporcionar equilibrio entre el progreso industrial y las metas sociales deseadas, como un medio ambiente más limpio y lugares de trabajo más seguros no se consideran contraproducentes. Cualquier intento de reglamentar áreas diferentes de estas resulta generalmente conflictivo y confuso.
- **De producto:** Es un factor que puede influir grandemente en la productividad, usualmente se reconoce que la investigación y desarrollo conducen a un del gobierno, competencia y demanda, que están fuera del control de la empresa, estos factores pueden afectar tanto al volumen de la salida como a la distribución de las entradas. nuevas tecnologías las cuales mejoran la productividad.
- **Investigación de Desarrollo:** No todos están de acuerdo en que los gastos de investigación y desarrollo repercuten necesariamente en la productividad, se dice que la mayor parte de la investigación y desarrollo está enfocada al

desarrollo de productos y a resolver problemas de ambiente más que al mejoramiento de la productividad. Sin embargo, es innegable que la inversión en este rubro genera cambios importantes en la tecnología misma que repercute directamente en la productividad.

- **De capacidad e inventarios:** El inventario puede ser un impedimento o una ayuda para la productividad de una empresa. Muy poco inventario puede conducir a la pérdida de ventas, volumen reducido y productividad más baja; demasiado inventario producirá costos más elevados de capital y menor productividad. La solución a este problema, para empresas con manufactura repetitiva son los sistemas de inventarios justo a tiempo.

Fuerza de trabajo y de calidad: La fuerza de trabajo es tal vez el factor más importante de todos, está asociado a un gran número de sub-factores:

- selección y ubicación, capacitación, diseño del trabajo, supervisión, estructura organizacional, remuneraciones, objetivos y sindicatos.
- **La calidad:** Con respecto a la calidad, se sabe que una baja calidad conduce a una productividad pobre. La prevención de errores y el hacer las cosas bien desde la primera vez son dos de los estimulantes más poderosos tanto para la calidad como para la productividad.

Factores Internos:

- Terrenos y edificios
- Materiales
- Energía
- Máquinas y equipo
- Recurso humano

En una empresa típica la producción se define normalmente en términos de productos fabricados o servicios prestados. En la manufactura los productos se expresan en números, por valor y por su grado de conformidad con una norma de calidad.

Tanto las empresas manufactureras como las de servicio deben ser igualmente interesadas en la satisfacción del cliente o usuario, medida, por ejemplo, por el número de quejas o rechazos.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

- Calidad: La calidad del producto y del proceso se refiere a que un producto se debe fabricar con la mejor calidad posible según su precio y se debe fabricar bien a la primera, o sea, sin re-procesos.
- Productividad = Salida/ Entradas: Es la relación de eficiencia del sistema, ya sea de la mano de obra o de los materiales.
- Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital, Capacidad técnica.
- Salidas: Productos o servicios.
- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida disminuir entrada
- Incrementar salida en mayor proporción que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

Mejora de la Productividad

La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología
- Organización
- Recursos humanos
- Relaciones laborales
- Calidad

Cómo medir la Productividad

En algunos casos, la productividad se mide de forma inmediata. Por ejemplo, puede ser medida como horas de trabajo necesarias para producir una tonelada de acero

específico, o como la energía necesaria para generar un kilovatio de electricidad. La productividad se mide siempre por unidad de tiempo. Esto se resume en la fórmula.

$$\text{Productividad} = \text{Unidades producidas} / \text{Inputs empleados}$$

La utilización de un solo recurso en input para medir la productividad, como se muestra arriba, se conoce como productividad mono factorial. Sin embargo, la productividad multifactorial supone una visión más amplia, que incluye todos los inputs (trabajo, material, energía, capital). La productividad multifactorial también se conoce como productividad de factor total. La productividad multifactorial se calcula sumando todas las unidades de input a los efectos de conformar el denominador:

$$\text{Productividad} = \text{Output} / (\text{Trabajo} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Varios})$$

Para hacer factible el cálculo de la productividad multifactorial, los inputs individuales (denominador) pueden expresarse en unidades monetarias y sumarse.

El empleo de ratios de productividad ayuda a los directores a determinar qué tal están actuando. Los ratios de productividad multifactorial proporcionan una información más completa del equilibrio entre los factores, pero los problemas fundamentales de medición persisten. Entre dichos problemas tenemos:

- La calidad puede variar aunque la cantidad de inputs y outputs sea la misma. Compárense un receptor de radio de esta época con uno de los años cuarenta. Los dos son receptores de radio, pero poca gente negará que la calidad ha mejorado. La unidad de medida (un receptor de radio) es la misma, pero la calidad ha variado.
- Los elementos externos pueden producir incrementos o descensos de productividad de los que el sistema que se estudia no es directamente

responsable. Por ejemplo, un sistema eléctrico más fiable puede incrementar notoriamente la producción y, por tanto, la productividad; y esto gracias al sistema que sirve de base de la producción, y no debido a las decisiones de gestión que hayan podido tomarse.

- Pueden faltar unidades de medida precisas. No todos los automóviles necesitan los mismos inputs. Algunos automóviles son utilitarios, mientras que otros son Ferrari.
- Estos problemas de medición de la productividad se ven particularmente acentuados en el sector servicios, en el que el producto final es difícil de definir. Por ejemplo, ni la calidad de un corte de pelo, ni el resultado de un proceso judicial, ni el servicio de un comercio minorista se tienen en cuenta en los datos económicos. En algunos casos se pueden hacer ajustes en la calidad del producto vendido, pero no en la calidad de la realización de la venta o en una gama más amplia de productos.

La forma en que debe encararse la medición de la productividad tomando en consideración los aspectos mencionados en los primeros tres aspectos es:

- Midiendo la productividad para un bien en particular, y bajo determinadas condiciones de producción (proceso, métodos, insumos, etc.) a los efectos de poder representar las variaciones en el ratio de productividad en un gráfico de Control Estadístico de Procesos, lo cual permitirá a la empresa conocer la capacidad productiva de un determinado proceso, las variaciones que se producen, e iniciar acciones tendientes a mejorar la misma.
- Midiendo la productividad para un bien bajo determinadas condiciones de producción, y determinar la variación que se genera al cambiar determinados factores del proceso o componentes del producto (sin alterar demasiado la calidad del mismo).
- En cuanto al sector servicios, si bien es compleja su medición, sobre todo para determinados casos en particular, la medición no sólo puede sino que debe ser realizada. Ejemplos claros de ellos son sectores como los correspondientes a: telefonía, distribución de energía, bancos, seguros, educación, salud, entre otros.

Variables de la Productividad

Los incrementos en la productividad dependen de tres variables, siendo fundamental la buena gestión de los mismos a los efectos de la mejora en la productividad:

- Trabajo
- Capital
- Gestión

La mejora en la contribución del trabajo a la productividad es consecuencia de tener un personal laboral más sano, mejor formado y entrenado, y mejor alimentado. Tres variables clave en la mejora de la productividad laboral son:

- Formación básica apropiada para una mano de obra efectiva.
- La alimentación de la mano de obra.
- Los gastos sociales que posibilitan el acceso al trabajo, como el transporte y la sanidad.

En cuanto a la importancia del capital, se debe tener en cuenta que los seres humanos hacen uso de herramientas. Las inversiones en capital proporcionan estas herramientas. La diferencia entre el capital total invertido y la depreciación se conoce como inversión neta. La inflación y los impuestos aumentan el coste del capital, haciendo que las inversiones en capital resulten cada vez más caras. Cuando disminuye el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída en la productividad. Y decimos que podemos, y no que se genere sí o sí dicha caída, pues mejores diseños de sistemas de trabajo, mayor capacitación y mejor conformación de los procesos entre otros muchos factores pueden compensar con crecer la menor inversión neta en bienes de capital.

Por último la gestión empresarial como un factor de producción y un recurso económico. Es la responsable de lograr una óptima combinación de los recursos humanos y materiales, liderando y motivando al personal a los efectos de un máximo aprovechamiento de los recursos. Su obligación es asegurar que la tecnología, la formación y el conocimiento se conjuguen de forma efectiva.

Barreras a la Productividad

Reconocer cuales son las barreras que impiden mayores niveles de productividad a los efectos de tomar medida de ellas, concientizarnos y actuar en consecuencia.

Entre las barreras más comunes y arraigadas tenemos:

- **Burocracia obsesiva:** Se caracteriza por la adherencia ciega a normas, reglas y prácticas establecidas sin una consideración flexible a intención o propósito, o a la adecuación que requiere una situación especial, y en todo caso un rigor mortis en respuesta a retos internos y externos.
- **Arteriosclerosis organizacional:** La estructura orgánica con demasiados niveles jerárquicos, la disociación de las funciones de cada nivel y la incomunicación de directores, jefes y empleados, así como el exceso de papeleo y de trámites superfluos, engañosos e inútiles son algunas de las causas que endurecen las arterias de la comunicación y no permiten la flexibilidad que éstas requieren para acceder a los cambios de volumen de trabajo y a las situaciones que deben abrirse a la productividad.
- **Feudalismo corporativo:** Se da cuando el director de una división, o gerente de un departamento, no conoce ni le importa conocer los objetivos, las actuaciones y los problemas de los demás. Tampoco le interesa la productividad total del negocio, sólo se interesa de su propio beneficio. Es así como cada feudo de la empresa trabaja como entidad autónoma e independiente y sólo trata de hacer lucir su actuación con sus propios resultados.

Resistencia al cambio: Entre las diversas explicaciones para tal resistencia se tienen sólo con carácter enunciativo los siguientes:

1. Miedo a lo desconocido, o información inadecuada.
2. Miedo de no poder aprender las nuevas destrezas (o la vergüenza de ser lento en aprender.
3. Amenazas a los expertos o al poder.
4. Amenazas al pago y otros beneficios.

5. Reducción en la interacción social.
6. Características de la personalidad (ejemplo. el dogmatismo)
7. Falta de participación en el proceso de cambio.
8. Aumento de las responsabilidades laborales.
9. Disminución en las responsabilidades laborales.
10. Ambiente organizacional.

Factores que restringen el incremento de la Productividad

Existen numerosos factores que impiden desarrollar en plenitud las capacidades productivas de una organización, registrándose entre ellos los siguientes:

- Incapacidad de los dirigentes para fijar el tono y crear el clima propicio para el mejoramiento de la productividad.
- Los efectos negativos que sobre la productividad tienen las trabas impuestas por las reglamentaciones estatales.
- El efecto negativo que sobre el aumento de la productividad tiene el tamaño y la madurez de las organizaciones.
- La incapacidad para medir y evaluar eficazmente la productividad de la fuerza de trabajo.

Estas restricciones no son definitivas, ya que puede trabajarse sobre la mayoría de ellas, mediante una labor de revitalización y rediseño de procesos y estructuras a los efectos de conferirle a la organización la capacidad de incrementar en gran forma su performance en materia de productividad.

La búsqueda y cambio de paradigmas deficientes es otra forma moderna y eficaz de lograr en primer lugar cambios de conductas tendientes a generar transformaciones en el desarrollo y evolución de los procesos productivos.

Análisis

La importancia de la productividad se reconoce universalmente ya que no existe ninguna actividad humana que no se beneficie de la productividad. El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es

aumentando su productividad ya que una empresa que no sea productiva simplemente no podría surgir.

Siempre que hombres, materiales e instalaciones se conjugan para lograr un cierto objetivo la productividad se puede mejorar mediante la aplicación inteligente de los principios de métodos, estudios de tiempos y sistema de pago de salarios.

Mejorar la productividad es clave para mejorar el nivel de vida de la sociedad, ya que repercute en más potencial de incrementar los sueldos y más rentabilidad para el capital invertido que incentiva cada vez más la inversión, el crecimiento de empleo y el crecimiento de la economía.

Las funciones de productividad vienen indicadas por los objetivos:

- Definición del Producto: Materiales, tiempos y con añadido (para costos) o no de desperdicio (horas y materiales).
- Definición de los Procesos: Recursos a emplear (Operarios, materiales, Máquinas, instalaciones).
- Definición de las Personas: Directas e Indirectas. En base a esto, obtendremos relaciones de sólo Directos, de solo Indirectos o de ambos.
- Control de los Datos del Proceso: Datos de partes de Trabajo o Bonos y datos de consumos de materiales, así como de productos buenos realizados.
- Relacionar lo definido en producto con respecto a los datos obtenidos: Obtención de Indicadores.

Mejora de la Productividad

La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología
- Organización
- Recursos humanos
- Relaciones laborales
- Condiciones de trabajo
- Calidad.

“Entonces, podremos mencionar que los autos mencionados comparte la misma versión de Gutiérrez, donde menciona que para incrementar la productividad las empresas deben invertir en tecnología, mano de obra, materiales”.

MARCO CONCEPTUAL.

Ventura, D. (2014), Mejora de productividad: Las empresas están obligadas a realizar cambios de estrategia y enfoque debido a las exigencias del mercado. Todo ello pasa por mejorar sus índices de productividad para incrementar la competitividad y marcar la diferenciación con sus competidores. En un mercado dinámico que reclama respuestas flexibles obliga a las empresas a ser más versátiles en su modelo productivo, incrementando la oferta de sus productos, la calidad de los mismos y adecuando los costes a la demanda.

Sin embargo, todo sistema para mejorar la productividad y reducir los costes tienen por objeto hacernos más eficaces y más eficientes y presentan en común el objetivo de medir y analizar los datos para la posterior toma de decisiones en consecuencia

Asociación española para la calidad. (2015), Mejora de la calidad:

La mejora de la calidad es uno de los 8 principios de la gestión de la calidad. La norma UNE-EN-ISO 9000:2005 dice que “la mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta”. El objetivo de la mejora continua de la calidad debería ser incrementar la capacidad de la organización para satisfacer a sus clientes y aumentar dicha satisfacción a través de la mejora de su desempeño. Las acciones generales que son necesarias para llevar a cabo la mejora continua son:

- El análisis y la evaluación de la situación existente para identificar áreas de mejora
- El establecimiento de objetivos para la mejora
- La búsqueda de soluciones para alcanzar esos objetivos
- La selección de soluciones
- La implantación de las acciones decididas

- El análisis de los resultados de las acciones implantadas para determinar si se han conseguido los objetivos.

Dada la dificultad de la mejora continua, el ámbito de la calidad ha desarrollado una batería de herramientas de mejora para facilitar la labor de los equipos de mejora. Lo puedes encontrar también como: Mejora continua.

Aguilar Morales, j (2010), Mejora Continua:

El concepto de mejora continua se refiere al hecho de que no puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, si no ms bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades.

El esfuerzo de mejora continua, es un ciclo interrumpido, a través del cual identificamos un área de mejora, planeamos como realizarla, la implementamos, verificamos los resultados y actuamos de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora.

Villarón Pone, S. (2011), Pintura automotriz:

La pintura cumple varias funciones, decorar, aislar y proteger superficies. Al recubrir con una película protectora aumenta la resistencia al ataque del medio, ya sea humedad, rayos u.v. de la ciudad o la playa, salinidad de las zonas costeras, ambientes ácidos fabriles y en la minería, etc.

Composición de la pintura.

Los componentes básicos de una pintura son:(Resina o vehículo sólido, pigmentos, Solventes o vehículo volátil, aditivos).

El vehículo sólido.

Es aquella parte de la pintura cuya función consiste en formar una película sólida, continua, de gran adhesión sobre la superficie que se va a proteger, y que servirá de sostén a los pigmentos. Los primeros vehículos sólidos, que han sido usados desde tiempos inmemorables para la fabricación de pinturas, son los aceites

secantes, cuyo representante típico es el aceite de linaza, un aceite vegetal que se extrae de las semillas de lino. Con el transcurso del tiempo se han ido desarrollando una serie de resinas que nos permite fabricar distintos esmaltes, destinados a cumplir funciones muy exigentes, lo cual nos permite especificar diferentes esquemas para cada situación.

Atpsoftware, (2015), Control de proceso:

De poco sirve la implantación de un sistema de calidad y sus procesos de control si no se tienen herramientas que agilicen y aseguren su seguimiento y puesta en marcha. Si el lector entiende que el sistema de control de su empresa es lento, pesado, complicado o poco efectivo, aquí puede encontrar la forma de remediarlo.

Control de procesos significa el conjunto de conocimientos, métodos, herramientas, tecnologías, aparatos y experiencia que se necesitan para medir y regular automáticamente las variables que afectan a cada proceso de producción, hasta lograr su optimización en cuanto a mejoras del control, productividad, calidad, seguridad, u otros criterios.

Cerezo, P. (2015), Servicio al cliente:

En la actualidad, la búsqueda de la calidad en los servicios representa una de las principales tendencias en el sector de la distribución y es precisamente esta calidad lo que distingue a las empresas con éxito de aquellas que permanecen en la media. La calidad del servicio es la base de la supervivencia de una empresa: la competencia y la existencia de clientes cada vez mejor informados son dos factores que contribuyen a esta concienciación.

Desde principios de los años 90 se han desarrollado rápidamente nuevas formas comerciales ofreciendo productos sin marca, a bajo precio. La casi totalidad de las grandes superficies alimenticias francesas se han apresurado para introducirse en este terreno instando a los fabricantes a emprender una carrera desenfrenada de promociones salvajes.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL.

¿De qué manera la metodología de SEIS SIGMA mejorará la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016?

PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿De qué manera la aplicación de la metodología de seis Sigma mejorará la eficiencia en el proceso de pintado automotriz de la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C CARABAYLLO 2016?
- ¿De qué modo la aplicación de la metodología de seis sigma mejorará la eficacia en el proceso de pintado automotriz de la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C CARABAYLLO 2016?

1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

- **Justificación teórica:**

Bernal, C (2010), sostiene que la justificación teorica es cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. (pag. 106)

La investigación busca identificar mediante la aplicación de teorías y los conceptos básicos de la productividad, mejora de calidad, mejora de procesos, encontrar explicaciones a situaciones internas sobre la baja productividad, mala calidad de insumos y sobre todo el exceso de tiempo en los procesos de pintado automotriz , fue realizado en la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C, LIMA-CARABAYLLO, para entenderlo mejor se ha procedido a realizar diferentes conceptos, en conclusión dicha investigación pretende mejorar los procesos de pintura y de esa manera

disminuir los tiempos de secado de pintura que es la principal problemática de la empresa donde se realizó dicha investigación.

- **Justificación practica:**

Galán, M (2010), establece que La justificación práctica del problema expone las razones acerca de la utilidad y aplicabilidad de los resultados del estudio y de la importancia objetiva de analizar los hechos que los constituyen y de la posibilidad de llegar a conclusiones lógicas de su solución y cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o proponer estrategias que cuando se aplican contribuyen a resolverlo.

Mediante la investigación se llegó a conocer el proceso de pintura automotriz en la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO, y llevar a cabo una propuesta de la misma. Esta investigación es de mucha importancia para la productividad de las empresas, busca proponer y sustentar que la aplicación del seis sigma nos permitirá mejorar los procesos y realizar operaciones más eficientes y rentables que nos permitirá ser más competitivos en el mercado. Todas las empresas están en constante mejoras de sus procesos el cual nos permitirá reducir los costos para maximizar los beneficios, reducir los tiempos de procesos, mejor productividad. Esta relación costo beneficio nos permitirá tener resultados óptimos.

- **Justificación metodológica:**

Criollo, A (2012), nos comenta que en una investigación científica, la justificación del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable. Si un estudio se propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimiento, busca nuevas forma de hacer investigación, entonces podemos decir que la investigación tiene una justificación metodológica. La justificación en la investigación es indispensable, es lo que le da valor al trabajo investigado.

Para llegar al cumplimiento de los objetivos del estudio, se desarrolló un tipo de investigación aplicada, con un diseño cuasi-experimental, basado en técnicas e

instrumentos de recolección de datos, se utilizó información mediante documentos los cuales permitió conocer la problemática de la productividad que tiene la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C, - CARABAYLLO, se logró acudiendo a la utilización de las técnicas de investigación, como las entrevistas y diagramas de procesos, desarrollado por el investigador, se realizó a través de la aplicación y el procesamiento en el SPSS 22, así los resultados de la investigación se apoyan en la aplicación de técnicas de investigación validas en el medio.

- **Justificación económica:**

Oas.org, menciona que la finalidad de la evaluación económica es la de suministrar suficientes elementos de juicio sobre los costos y beneficios del proyecto, para que se pueda establecer la conveniencia al uso propuesto de los recursos económicos que se solicitan

Permitirá a la empresa hacer uso eficiente de sus recursos y por consiguiente incrementar su productividad, con lo cual lograremos disminuir los tiempos de secado de pintura y mejorar los procesos de pintura, teniendo una mejor oferta de servicio al cliente que otras empresas similares al sector. Este enfoque de la productividad no solo debe manejar la función operativa, sino estratégica identificando las ventajas competitivas de la empresa.

Con la implementación de una cabina - horno de pintura a la empresa ALPAER S.A.C, permitirá a la empresa hacer uso eficiente de sus recursos y por consiguiente incrementar su productividad, con lo cual logra disminuir los tiempos de secado de pintura, teniendo un mejor proceso y mejores acabados de calidad en lo que respecta a pintura automotriz.

- **Justificación social:**

Universidad don vasco, menciona Resaltar la importancia que tendrá en la institución, en los individuos y en lo general en la sociedad con el desarrollo de la investigación.

En la actualidad el talento humano es una pieza clave dentro de la empresa, pues contar con trabajadores motivados conseguiremos ser una empresa eficiente,

donde existe la comunicación los canales de comunicación son eficientes tenemos como objetivo informar sucesos, reportar ocurrencias, coordinar actividades, organizar tareas, controlar y motivar , motivación se aplica a todos los colaboradores que supere su meta en su lugar de trabajo , integración para lograr que los diferentes colaboradores nos integremos se realizan almuerzos en días festivos.

Donde todo colaborador tiene diferentes beneficios como elección y formalización de contratos, gestión de nóminas y seguros sociales, gestión de permisos, vacaciones, horas extras, como también la empresa beneficia a la sociedad dando empleos.

1.6. HIPÓTESIS.

Hernández, Fernández y Baptista (2010), Las hipótesis son guías para la investigación de un estudio. Indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas de la relación entre dos o más variables.

Hipótesis General

La metodología de SEIS SIGMA permite mejorar la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.

Hipótesis específica

- **La** metodología de SEIS SIGMA mejora la eficiencia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C 2016.
- **La** metodología de SEIS SIGMA mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz empresa FACTORIA ALPAER S.A.C. 2016.

1.7 OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar como la metodología de SEIS SIGMA mejora la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar como la Metodología seis sigma mejora la eficiencia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.
- Determinar como la metodología seis sigma mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz en la factoría ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.

II. MARCO METODOLOGICO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- **Diseño de investigación.**

El estudio “aplicación de la metodología SEIS SIGMA para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la EMPRESA FACTORÍA ALPAER S.A.C, carabayllo 2017”, tiene un diseño cuasi experimental. Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 148), los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos.

La investigación cuasi experimental se basa en la misma metodología de la investigación experimental solo que hay un cierto detalle, que el investigador no puede mover absolutamente ninguna variable, la investigación cuasi-experimental es aquella que existe una sola exposición, una sola hipótesis y una sola respuesta y a diferencia de la investigación experimental no genera resultados aleatoriamente.

- **Tipo de estudio:**

Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 80), Un tipo de investigación aplicada por que se orienta a problemas actuales y por lo tanto propone soluciones actuales. Se describen en un contexto específico y las soluciones son limitadas a tal contexto. Los conocimientos que se generan mediante la investigación nos ayudaran a solucionar problemas en cuanto al mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016

- **Nivel de investigación:**

Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 83), Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. La investigación explicativa es un estudio que busca demostrar relaciones de casualidad, busca las causas de los

determinantes, lo que origina, lo que provoca, lo que ocasiona el origen del problema de los que se está investigando o busca la relación como causa y efecto, al proceso orientado a descubrir o hacer un acercamiento a un fenómeno o hecho.

Los distintos científicos e investigadores han señalado que la investigación explicativa constituye un tipo de investigación cuantitativa, que busca establecer las principales causas de un fenómeno en los diferentes estudios, por ejemplo en el estudio de casos estos se enfocan en precisar el por qué y el cómo de un fenómeno específico, el estudio causal que se realiza a través de la correlaciones empírica de una variable y el por último el estudio longitudinal que busca explicar un fenómeno a través del tiempo.

2.2. VARIABLES

Hugo Sánchez Carlessi y Carlos Reyes Meza. (2010), Una variable constituye cualquier característica, cualidad o propiedad de un fenómeno o hecho que tiende a variar y que es susceptible de ser medido y evaluado.

En el mismo sentido, Vara (2010) señaló que: La variable es cualquier dato que puede variar, la variable es todo aquello que puede asumir diferentes valores. La variable es el antónimo de la constante, la constante no cambia, no varía, se mantiene estable. Por el contrario, la variable, si cambia, varía y fluctúa entre un rango determinado. Las variables son todo aquello que se va a medir, registrar, controlar y estudiar en la tesis.

Variable independiente

Bernal, C. (2010 pág., 139), se denomina variable independiente a todo aquel aspecto, hecho, situación, rasgo, etcétera, que se considera como la “causa de” en una relación entre variables.

Nuestra variable independiente “SEIS SIGMA”.

Definición conceptual:

Seis Sigma (6s) es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo, (SEIS SIGMA/ GOMEZ, F. (2010).

Definición operacional:

Se utilizara las herramientas del seis sigma para elaborar la medición de los procesos con el fin de detectar los defectos y aumentar la calidad de los procesos y servicios.

Dimensiones, indicadores y formula

Definir:

Identificar problemas

Reclamos de clientes: trabajos devueltos/trabajos realizados

Medir:

Proceso de pintado

Pintado de auto: tiempo promedio de pintado/tiempo promedio estimado

Analizar:

Costos de materiales

Índice de costos: costos mes actual/costos de mes presupuestado

Mejorar:

Reducción de tiempo de procesos

Tiempo de pintado: tiempo de proceso actual/tiempo de proceso mejorado.

Controlar:

Controles de procesos.

Controles de pintado: procesos realizados/procesos planificados.

Gutiérrez, Pulido, h. (2010 pág.280), "Seis Sigma (6s) es una estrategia de mejora continua. Que busca mejorar el desempeño de los procesos reducir su variación.

Variable dependiente

Bernal, C. (2010 pág., 139), Se conoce como variable dependiente al “resultado” o “efecto” producido por la acción de la variable independiente.

La variable que dependiente será la que va a obtener el efecto en la “Productividad” de la factoría.

Definición conceptual:

Productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.

En general, La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema (PRODUCTIVIDAD /GUTIERREZ, calidad total y productividad 3° edición pág. 21).

Definición operacional:

Es la relación que existe entre la eficacia de la producción cumpliendo los objetivos, sobre la eficiencia de todos los insumos empleados.

Dimensiones, indicadores y formula

Eficiencia

Horas uso de personas

$$\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas} / \text{horas desperdiciadas}} \times 100$$

Eficacia

Autos reparados diario

$$\frac{\text{Número total de autos que realizados}}{(\text{número total de autos programados diario})} \times 100$$

Tesis titulada “Aplicación de la metodología SEIS SIGMA para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016”.

Tabla 2: operacionalizacion de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULAS	ESCALA
Variable independiente	Seis sigma	Seis Sigma (6s) es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo.,(SEIS SIGMA/ GOMEZ, F.	Se utilizara las herramientas del seis sigma para elaborar la medición de los procesos con el fin de detectar los defectos y aumentar la calidad de los procesos y servicios.	Definir	Identificar problemas	Reclamos de clientes : $\frac{\text{trabajos devueltos}}{\text{Trabajos realizados}}$	Razón
				Medir	Procesos de pintado	Pintado de auto: $\frac{\text{tiempo promedio de pintado}}{\text{Tiempo promedio estimado}}$	Razón
				Analizar	Costos de materiales	Índice de costos: $\frac{\text{costos mes actual}}{\text{costos de mes presupuestado}}$	Razón
				Mejorar	Reducción de tiempos pintado	Tiempo de pintado: $\frac{\text{tiempo de proceso actual}}{\text{Tiempo de proceso mejorado}}$	Razón
				Controlar	Controles de procesos	controles de pintado: $\frac{\text{procesos realizados}}{\text{procesos planificados}}$	Razón
Variable dependiente	Productividad	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema (PRODUCTIVIDAD /GUTIERREZ, calidad total y productividad 3° edición pág. 21).	Es la relación que existe entre la eficacia de la producción cumpliendo los objetivos, sobre la eficiencia de todos los insumos empleados.	Eficiencia	horas uso de personas	Horas trabajadas / (Horas hombres desperdiciadas) *100	Razón
				Eficacia	Autos reparados diarios	Número total de autos realizados diario / (número total de autos programados diario) *100	Razón

Fuente: elaboración propia

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

- POBLACION

Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 174), Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

La población de estudio es la producción diaria de autos pintados medidos durante 30 días.

- MUESTRA

Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 173), la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población.

La muestra es igual a la población, es decir, producción diaria de autos pintados medidos durante 30 días, distribuidos en 4 meses.

Por su parte Hernández citado en castro (2003), que “si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra”

- UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de estudio de investigación se concentra en el área de producción.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDES Y CONFIABILIDAD.

2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Bernal, C, (2014 pág. 192).En la actualidad, en investigación científica hay gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas.

Técnicas

Observación Simple:

Mediante esta técnica se observarán los diferentes lugares de trabajo del área de pintura, así como los diferentes procesos que intervienen en el flujo del proceso, en donde se realizará la mejora las cuales nos permitirá obtener información importante para el proyecto.

Recolección de datos

Bernal, C, (2014 pág. 194), la recopilación de información es un proceso que implica una serie de pasos.

Una vez observado los diferentes procesos que se optimizaran recolectaremos los datos cuantitativos a través de los formatos internos validados por juicio de expertos.

Instrumento

Formatos de Recolección de Datos (Registros):

Han sido empleados registros de la empresa FACTORIA ALPAER S.AC. Donde se visualizan los valores de los indicadores de las respectivas variables que nos permitirán realizar el análisis de los datos obtenidos.

Cámara de fotos:

Nos permitirá registrar como evidencia el estado de los diferentes procesos antes y después de la mejora en el área de pintura automotriz de la empresa Factoría Alpaer.

Validación y confiabilidad del instrumento.

La validez de dicho instrumento (recolección de datos) se midió mediante el juicio de expertos, teniendo en cuenta a tres docentes de la escuela de Ingeniería Industria (SUBE) de la Universidad César Vallejo.

Las confiabilidades de los datos se dan porque son datos internos de la empresa, las cuales cuentan con instrumentos de medición que están debidamente certificados.

Validez.- Este atributo de los instrumentos de investigación consiste en que estos miden con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad aquello que se desea medir de la variable o variables en el estudio.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.

Hernández, Fernández y Baptista, (2010, pág. 178), indican que el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador. Ya casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando fórmulas, en especial si hay un volumen considerable de datos.

En la investigación “aplicación de la metodología seis sigma para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016”, los datos serán ejecutados con métodos estadísticos, utilizando cuadros, formulas y gráficos apoyándose mediante el

Bernal, C, (2014 pág. 198).esta parte del proceso de investigación consiste en procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) obtenidos de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y tiene como finalidad generar resultados (datos agrupados y ordenados).

Análisis descriptivo

Primeramente, analizaremos la variable dependiente utilizando una estadística descriptiva que nos ayudara a analizar los datos en forma de porcentajes y con diagramas, de cómo los procesos mediante la mejora y el tiempo estándar del proceso nos ayudara a mejorar la productividad. Las cuáles serán expresados en datos de un antes y después de la mejora del proceso.

Mediante un análisis descriptivo mediante cuadros y diagramas que nos permitirán ir arrojando los primeros resultados de la mejora, que nos ayudara a incrementar la productividad del área de pintado.

Análisis relacionado con las hipótesis

Aquí realizaremos el análisis de la hipótesis general y específica que hemos planteado en el proyecto, por lo tanto, utilizaremos el software estadístico IBM SPSS versión 22 (Statistical Package for the Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). La cual nos ayudara primeramente realizar la prueba de normalidad y luego a contrastar la hipótesis.

Cuando realizaremos la prueba de normalidad lo haremos de acuerdo a la cantidad de datos que vamos a analizar, como nuestros datos son 30 utilizaremos el estadístico Shepiro Wilk, si el resultado obtenido en cuanto a la significancia es menor a 0.05 utilizaremos el estadígrafo de la prueba no paramétrica Z de Wilcoxon, por lo contrario, si el resultado de la significancia es mayor a 0.05 se empleara la prueba paramétrica de la T-Student.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS.

El citado y el registro de fuentes son una práctica importante en el contexto académico uno de los requisitos para ser considerado como perteneciente a este ámbito es hacer uso de fuentes confiables. Es decir, el redactor debe haber considerado aquellos trabajos elaborados por especialistas en la materia para la realización de su investigación.

La presente investigación respeta la propiedad intelectual; las convicciones políticas, religiosas y morales; el medio ambiente y la biodiversidad; la responsabilidad social, política, jurídica y ética; respeto a la privacidad; comprometiéndose a proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio.

Este proyecto de tesis se desarrolla cumpliendo con valores, ética profesional y veracidad en cuanto a la información brindada.

2.7. DESARROLLO DE LA MEJORA.

A. SITUACION ACTUAL.

En la actualidad, la empresa Factoría “ALPAER” que afronta el desafío de adecuarse a las exigencias de calidad, acabado y procesos, teniendo en cuenta que estamos con la vanguardia de la tecnología, cada nuevo cliente exige la garantía de la calidad.

Perspectiva de Crecimiento, Visión y Misión de la Empresa.

Misión

Consolidarse como el taller de referencia en la zona de influencia, ofreciendo un servicio integral de mantenimiento del vehículo, garantizándole al cliente un servicio inigualable, ágil y efectivo en la reparación, restauración, planchado o pintado de su vehículo.

Visión

Ser considerado como el mejor taller, modelo alternativo, al concesionario de marca; identificados por brindar un servicio profesional y honesto, integrado por un equipo de personas comprometidas a lograr la excelencia y calidad total en el servicio que brindamos.

Política De Calidad

El compromiso a brindar servicio/producto con calidad, que satisfaga las necesidades y Expectativas de nuestros clientes.

Principios y Valores

Compromiso: Pasión por lo que hacemos.

Excelencia: Siendo mejores cada día.

Integridad: Siendo honestos y coherentes en nuestras acciones demandando lo mismo de las personas y entidades con quienes interactuamos.

Trabajo en Equipo: Cooperando e interactuando internamente con vocación de servicio para alcanzar nuestras metas.

Calidad: controles estrictos en diferentes niveles garantizan la alta calidad de nuestros servicios a disposición de nuestros clientes para brindarles un servicio de excelencia.

Liderazgo: Impulsando el desarrollo de líderes íntegros, capaces de transformar el presente y hacer realidad nuestra visión.

Perseverancia: Poniendo todo nuestro esfuerzo para alcanzar los objetivos propuestos.

Política de Calidad

El compromiso a brindar servicio/producto con calidad, que satisfaga las necesidades y Expectativas de nuestros clientes.

Prestando la asesoría técnica y servicio post-venta oportuna; Apoyados en la eficacia y eficiencia utilizando los recursos Técnicos y financieros disponibles; basados en nuestra Permanente mejora continua de nuestros sistemas y procesos.

A. Objetivos de Calidad:

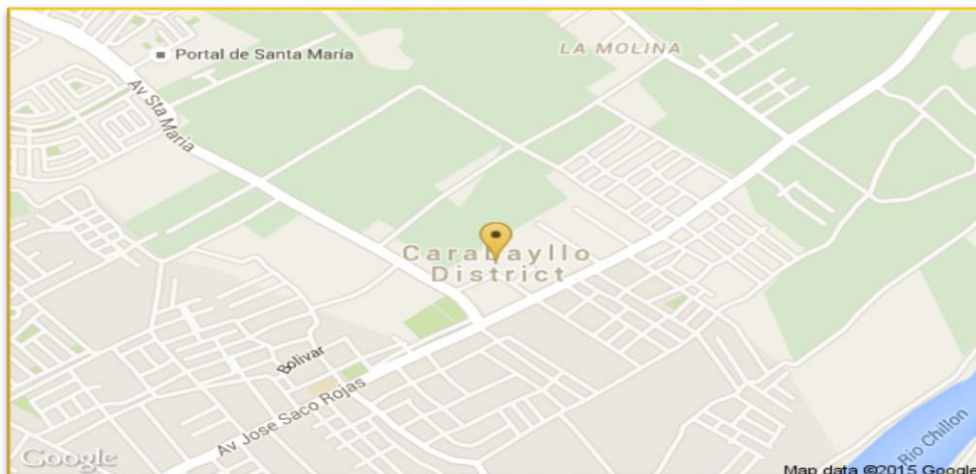
- Reducir el número de errores en el proceso de pintura automotriz.
- Lograr satisfacer las necesidades del Clientes.
- Asegurar la fidelización del Cliente.
- Reducir el número de reclamos del cliente.

Ubicación y Cobertura Geográfica de sus Operaciones

Factoría ALPAER. Inicia sus operaciones en la ciudad de lima del distrito de Carabayllo, teniendo en sus inicios un local de mediana infraestructura, en sus inicios no contábamos con trabajadores. Actualmente cuenta con local propio para los servicios que brinda.

OFICINA PRINCIPAL: AV. TUPAC AMARU KM18.5 MZB LT CARABAYLLO
PERÚ. Telf.: (547 2482)

Figura 1: mapa de la ubicación de la empresa factoria alpaer localizada en carabayllo



Fuente: <http://planos.paginasamarillas.com.pe/Mapas/muestraPlano.k>

4.3.3. Principales Competidores.

La empresa FACTORIA APAER tiene los siguientes competidores en la zona de influencia de Carabayllo los cuales describiremos a continuación.

- G & m pintura automotriz.
- Planchado y pintura el galán.
- Automotriz león.

ESQUEMA DEL PROBLEMA

Definición de la Situación Actual.

Para poder comprender la situación inicial de la empresa y determinar las opciones y recursos disponibles para la implementación del proyecto, fue utilizada la herramienta de diagnóstico.

Análisis de la Situación Actual.

Antecedentes.

La empresa FACTORÍAS ALPAER, es una empresa que funciona como persona natural que desarrolla servicios de planchado y pintura automotriz. Se crea en el

año 2008 con el nombre de “**MULTISERVICIOS MEJIA**”. En el rubro de planchado y pintura.

En el año 2013 cambia de razón social de FACTORÍA ALPAER S.A.C, brindando los servicios de planchado, pintura y fibra de vidrio automotriz.

FACTORÍA ALPAER SAC se dedica a la reparación integral del automóvil, incluyendo alineamiento, dirección, planchado, pintura y fibra de vidrio automotriz. El negocio se encuentra ubicado en un espacio propio en Av. Túpac Amaru Km 18.5 Mb Lt8 Hist. Con Con Carabayllo, con capacidad para 5 vehículos y compuesto por 6 trabajadores.

Reseña Histórica.

Factoría ALPAER. Inicia sus operaciones en la ciudad de lima del distrito de carabayllo, teniendo en sus inicios un local de mediana infraestructura, en sus inicios no contábamos con trabajadores. Actualmente cuenta con local propio para los servicios que brinda.

OFICINA PRINCIPAL: AV. TUPAC AMARU KM18.5 MZB LT CARABAYLLO

Cuáles son Nuestros Clientes.

- Área De Influencia

La localización de un taller mecánico limita mucho su área de influencia. FACTORIA ALPAER, debido a su ubicación en una zona céntrica del distrito de Carabayllo, dispone de un radio de acción bastante amplio, ya que los clientes se pueden desplazar en transporte público una vez han dejado su vehículo a reparar.

Podríamos definir un primer radio de acción delimitado por el barrio de villa esperanza, dónde el boca a boca es el mejor instrumento para darse a conocer. Un segundo círculo, mucho más disperso, abarcaría al área de Carabayllo.

Servicios de Atención al Cliente.

FACTORÍA ALPAER es una empresa especializada dedicada al servicio de planchado y pintura con uretano La experiencia y capacidad de nuestro trabajo hace posible la fidelidad de cada uno de los clientes, demostrando así la calidad profesional que tiene cada uno de nuestros trabajadores.

La política de servicio al cliente se basa en garantizar un servicio inigualable, ágil y efectivo en la reparación, restauración, planchado o pintado de su vehículo.

Y no se detienen solo en los productos fiables; ofrecen productos asociados con la mejora, teniendo todo el conocimiento y experiencia para responder todas sus preguntas, el valor agregado es el servicio-producto al momento que lo requiere.

Como empresa en el mercado de servicio de planchado y pintura, los clientes depositan su confianza, porque creen en el servicios.

Nuestros Productos.

La empresa brinda los servicios de mantenimiento a automóviles livianos, los servicios de brindamos son los siguientes

Figura 2: Sección de Planchado



Fuente 2: bradanovic.blogspot.com

- Planchado de carrocerías.
- Adaptaciones.
- Soldadura en general.

Figura 3: Sección de Pintura y Fibra de Vidrio



Fuente 3: cabina de pintura spines requena

- Cambio de color.
- Pintura al duco, poliuretano, acrílica.
- Reparación de todo tipo de accesorios automotrices. En fibra de vidrio.

Principales Proveedores:

Los principales proveedores de la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C

- Matizados Benites “pintura poliuretano, acrílicos, esmaltes sintéticos y masillas plásticas”.
- Matizados lins color “pintura poliuretano, acrílicos, esmaltes sintéticos y masillas plástica”.
- Pinturas Anypsa “pintura acrílica, perlado y masillas.
- Pinturas sherwin Williams “pinturas perlado, lacas acrílicas.

Figura 3: thinner, lacas y disolventes



Fuente 4: <http://fireservpr. Con/pag. HTML>.











Figura 4: thinner, lacas y disolventes



Fuente 5: Lazzuri.com

A continuación se detalla el proceso de pintura actual.

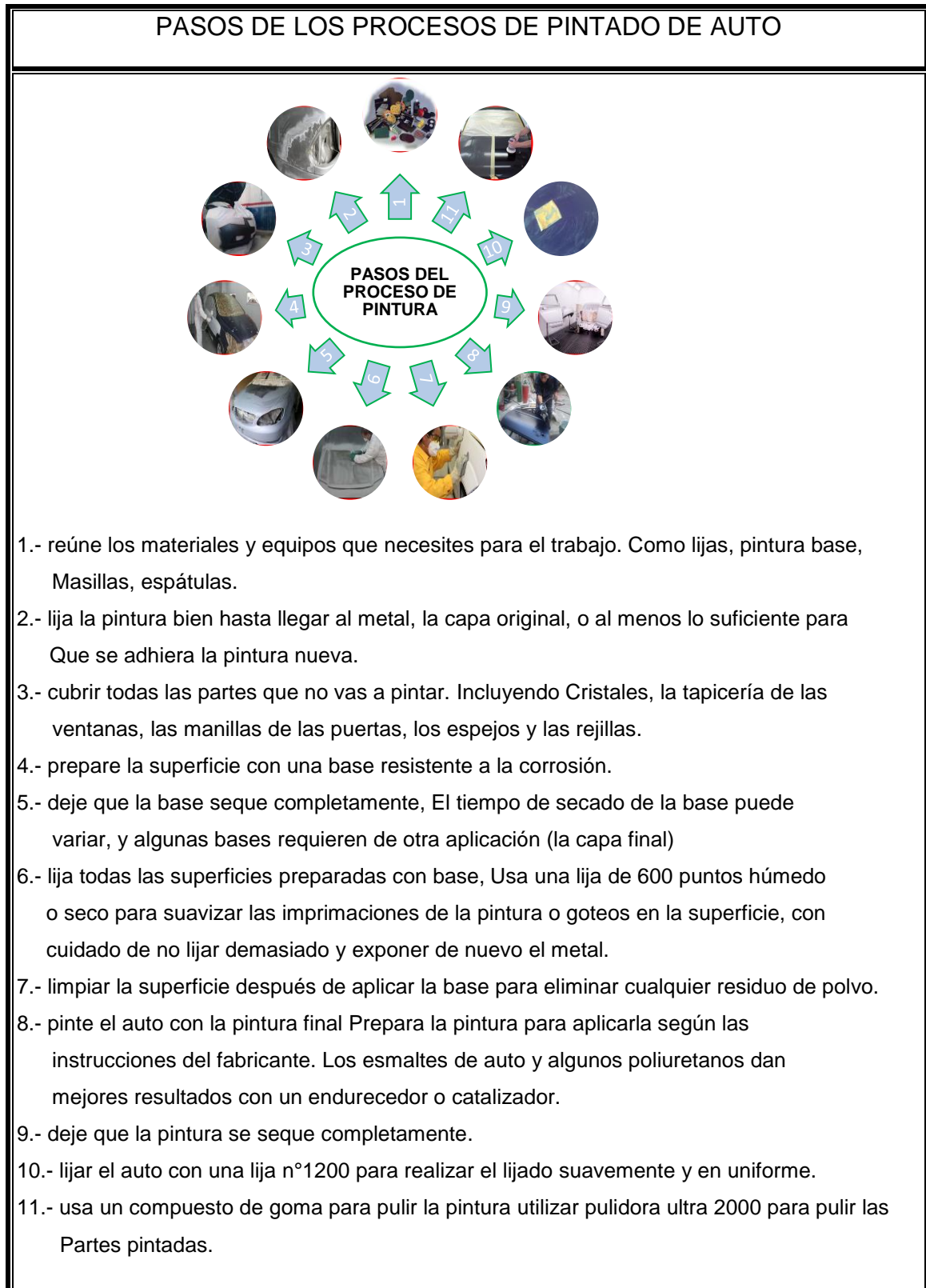
Figura 5: equipos utilizados

EQUIPOS UTILIZADOS EN FACTORIA ALPAER S.A.C		
	Bancada	
	Soldadura autógena	
	Pistola de pintar	
	Compresor	
	Lijadoras neumáticas	

Fuente: elaboración propia

PROCESO DE PINTURA

Figura 6: pasos del proceso de pintura automotriz



Fuente: elaboración propia.

SITUACIÓN ACTUAL DE PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y EFICACIA.

Tabla 2: producción 2015 FACTORIA ALPAER S.A.C

Mes	Día	Producción	Horas Hombres	Costo/	Productividad	Eficacia	Eficiencia
Enero	6	2	65.04	592.28	12.29	20.57	6.29
Enero	13	2	64.45	594.06	31.47	21.57	14.59
Enero	20	3	97.82	899.60	14.12	22.86	6.18
Enero	27	2	64.44	600.78	39.62	23.57	16.81
Enero	9	1	32.08	296.62	9.38	14.29	6.57
Enero	16	2	31.53	293.19	28.95	15.57	18.59
Enero	23	1	63.40	579.60	9.50	10.29	9.24
Enero	30	2	75.39	686.50	30.99	21.57	14.37
Febrero	3	2	76.03	680.30	27.38	23.57	11.62
Febrero	10	2	76.14	681.66	35.88	28.57	12.56
Febrero	17	2	114.44	1026.86	27.02	28.57	9.46
Febrero	24	3	38.10	344.61	16.92	15.5	10.92
Febrero	6	1	37.81	343.83	14.88	10.29	14.47
Febrero	13	1	113.06	1035.38	8.05	10.29	7.83
Febrero	20	3	112.29	1033.82	18.79	19.5	9.64
Febrero	27	3	103.50	935.49	18.3	17.5	10.46
Marzo	3	3	102.96	926.33	18.41	17.5	10.52
Marzo	10	3	34.12	306.30	17.5	17.5	10.00
Marzo	17	1	34.38	306.07	9.69	6.29	15.42
Marzo	24	1	68.70	618.43	22.52	14.29	15.76
Marzo	6	2	34.61	305.96	22.85	15.57	14.68
Marzo	13	1	68.52	614.83	17.44	14.29	12.21
Marzo	20	2	69.36	608.96	8.69	5.57	15.61
Marzo	27	2	65.04	592.27	22.46	20.57	10.92
Abril	7	2	96.59	888.41	23.59	21.57	10.94
Abril	14	3	64.07	598.52	18.47	20.5	9.01
Abril	21	2	31.77	302.34	10.33	15.57	6.64
Abril	28	1	95.36	912.03	6.06	5.29	11.36
Abril	10	3	95.81	904.25	9.88	17.5	5.65
Abril	17	3	63.98	601.62	19.39	21.5	9.02

promedio	2.03	63.98	637.03	19.027	17.253	11.2444
-----------------	------	-------	--------	--------	--------	---------

Fuente: elaboración propia

Realizaremos una descripción inicial de la producción, horas utilizadas, costos, productividad, eficiencia y eficacia del año 2015 con la intención de tener un panorama inicial de la situación en la cual nos encontrábamos. Al calcular la productividad de total producción mensual por cada hora utilizada, se puede apreciar que esta productividad en el transcurso del año 2015 ha tenido un comportamiento muy variado. Teniendo inclusive picos bajos en los meses de enero, febrero, marzo y abril. Muy variado.

B. PROPUESTA DE MEJORA

Si existe alguna manera de que las soluciones ayuden a remediar otras cuestiones, conviene aprovecharlas, mientras que los riesgos sean aceptables, para ello es necesario experimentar con las soluciones que se desean establecer y finalmente solucionar. Se realizaremos

Tabla 3: Diagrama de GANTT cronograma de implementación del proyecto DMAMC

Actividades		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Definir					
Constantes reclamos por trabajos mal realizados	Voz del cliente CTQ				
Clientes insatisfechos por retrasos en el tiempo de entrega de vehículos	Parámetros de calidad crítica CTQ				
Mal proceso de pintado, se demora demasiado el secado	diagrama de afinidad				
Medir					
Identificación y secuencia de los procesos de pintura	Mapa de procesos				
Definición de los elementos de los procesos de pintura	Ficha de los procesos				
Descripción de cada uno de los procesos de masillado y pintura	Flujo de proceso				
Analizar					
Identificación de la causa raíz del problema	Diagrama de causa efecto				
Evaluar la capacidad del proceso	Diagrama de Pareto				
Calcular el nivel sigma del proceso					
Mejorar					
Reducción del tiempo de ciclo de secado de pintura	Lluvias de ideas				
Maximación de la satisfacción del cliente	Métodos a prueba de errores				
Reducción de costo de materiales	Diseño experimentos				
Controlar					
Estandarización el proceso de pintura	Capacitación del personal				
Documentar el plan de control	Plan de control				
Monitorear el proceso de pintura	Cartas de control				

Fuente: elaboración propia

C. IMPLEMENTACION DE LA MEJORA.

PROCESOS DE LA IMPLEMENTACION.

Para poder analizar los resultados de nuestro proyecto lo realizaremos en dos partes, primero haremos una breve descripción como utilizamos la metodología de seis sigmas para solucionar el problema de productividad, daremos detalles de cuales han sido los pasos para solucionar el problema.

Los pasos del seis sigma son:

- Definir: se definió la situación del problema

Se definió el problema, siendo las quejas de los clientes por la calidad del producto y servicio esto se debe a la demora de los trabajos, tiempo de entrega, tiempo de secado de pintura y sobre todo a la baja productividad.

- Medir: se midió la situación actual

Se describió la el proceso actual de planchado y pintura automotriz, realizando un diagrama DAP de los proceso descritos, desde que el automóvil entra al área de planchado, pasando por los procesos de preparado, pintura y acabado.

- Analizar: se analizó las causas

Se identificó la causa raíz del problema utilizando diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto.

- Mejorar: se implementó mejoras

Se realizó lluvia de ideas para posible alternativas de solución.

Dando la prioridad a la implementación de una cabina-horno de pintura, como alternativa adquirir lámparas de secado.

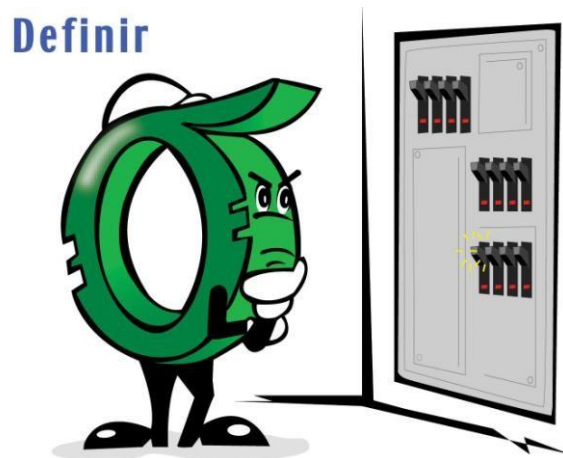
- Controlar: se controló los procesos

Estandarizando los procesos de pintado, estableciendo normas, reglamentos, procedimientos y fijación del tiempo estándar.

Documentación. Normas para trabajos en los procesos de planchado, preparado, pintura y acabado.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC

Fase Definir (D)



Uno de los factores principales para el éxito de este proyecto, es lograr el compromiso y participación de los empleados de la factoría. Esta es una de las etapas más importantes, debido a que con una buena y clara definición el desarrollo del proyecto, este irá en buena dirección y se logrará alcanzar los objetivos y metas.

Para definir el proyecto se pueden seguir los siguientes pasos:

- Identificar las oportunidades de mejora.
- Definir las metas y objetivos del proyecto.
- Estructurar un grupo de trabajo.
- Identificar los recursos clave.
- Entender la voz del cliente.
- Revisar esta etapa con el equipo de trabajo, etc.

Descripción del problema:

El problema principal detectado en la empresa FACTORÍA APAER S.AC., son los tiempos excesivos de entrega de los vehículos, lo cual es originado por una serie de factores que van influyendo a lo largo del desarrollo del proceso del pintado automotriz.

En la mayoría de los casos de entrega, la empresa no cumple con el tiempo previsto, tomándose unos días adicionales para lograr el producto terminado, lo cual provoca el descontento de los clientes, y en algunos casos, la pérdida de los mismos, siendo esto a su vez causa del desprestigio de la empresa.

La pintura tiene un tiempo de secado promedio de 5 a 8 horas y para realizar pulido es de 24 horas, representando ésta, la demora más grande en el proceso de pintado.

A. Problemas Identificados

Si bien se cuenta con una infraestructura apropiada para realizar los trabajos de pintura automotriz, los maestros pintores son capacitados y reciben charlas de acabado de pintura, por las empresas distribuidoras de pintura.

Sin embargo se está careciendo de tecnología para un acabado óptimo, lo cual está generando lo siguiente.

- Se está invirtiendo en materiales que generan costos excesivos.
- No se cuenta con un ambiente apropiado para realizar el pintado.
- Excesivo gastos de materiales.
- Se demora demasiado el acelerado de secado.
- Menos productividad y mayor estancia del vehículo.

Según datos de la encuesta aplicada a clientes potenciales, se tienen problemas en los procesos de pintura automotriz con 25%, calidad de insumos con 19.4% y acabado de pintura con el 16.7% de satisfacción; que indica que la microempresa está trabajando en sus procesos a un nivel sigma del 1.58; que demuestran que la calidad no es 100% satisfactoria comparado con nuestra política de satisfacción del cliente. El 8.3% de los clientes potenciales han adquirido quejas de los productos, esto significa pérdidas potenciales.

Esto manifiesta que la calidad se debe mejorar en todos los procesos de pintura, por ello la meta de este proyecto es subir el nivel sigma a 2.5. Para esto se ha determinado que los proceso a mejorar son: masilla do, lijado y acabado. No se ha

tomado en cuenta el planchado ya que presenta 38.9% de satisfacción del cliente según encuesta del cliente.

Todos estos productos son importantes para los clientes, pero se ha seleccionado el producto estrella el secado de pintura que pasa por los procesos de masilla do, lijado y aplicación de fondo.

Registro e identificación de clientes potenciales

Tabla 3: identificación de clientes potenciales

N°	Nombre de cliente o empresa	Tipo de auto	Dirección
1	Eric Eder Chavarría	Kia rio	Carabayllo
2	Juan López	Wolvagen	Progreso
3	Diego de la cruz	Nissan	Comas
4	Empresa traslima	Coaster	progreso
5	Empresa jevicsa	Coaster	progreso

Fuente: Elaboración propia

Selección de las variables críticas para la calidad

Tabla 4: Variables críticas para la calidad (VCC)

Variable de product	¿Por que es importante para el cliente?	Situación actual	Prioridad en el proyecto
Tiempo de entrega	Cliente tiene su tiempo organizado	Regular	5
Confiabilidad		Bueno	4
Numero de quejas por la calidad del producto o servicio	El cliente da ideas para la mejora del product y servicio.	Regular	5
Precio competitivo	El cliente relaciona calidad y costo	Acceptable	2

Fuente: Elaboracion propia

En el cuadro se muestra la prioridad que tendrá cada variable en el Proyecto, esta tiene una valoración de 1 al 5, siendo la mas alta 5.

Excelente= 1; Aceptable= 2; Muy buena = 3; Bueno = 4 y Regular = 5.

En el problema de calidad del producto y servicio, es importante delimitar el o los subprocesos que serán analizados para buscar la solución. Para esto se utilizara la técnica de despliegue de funciones para relacionar entre las prioridades y los subprocesos del pintado automotriz.

Técnica despliegue de función de la calidad (DFC O QFD)

Tabla 5: Relación entre prioridades y los subprocesos de pintado automotriz.

Variables críticas de la calidad	Prioridad	Recepción del automóvil	Selección del material	planchado	preparado	pintado	Dar acabados	factura	Entrega del automóvil pintado
Tiempo de entrega	5	1	5	3	4	2	1	1	1
Confiabilidad	4	3	3	2	5	3	2	1	1
Numero de quejas por la calidad del producto y servicio	5	1	1	5	5	3	3	3	3
Precio competitivo	2	1	1	2	3	5	1	2	1

Elaboracion propia

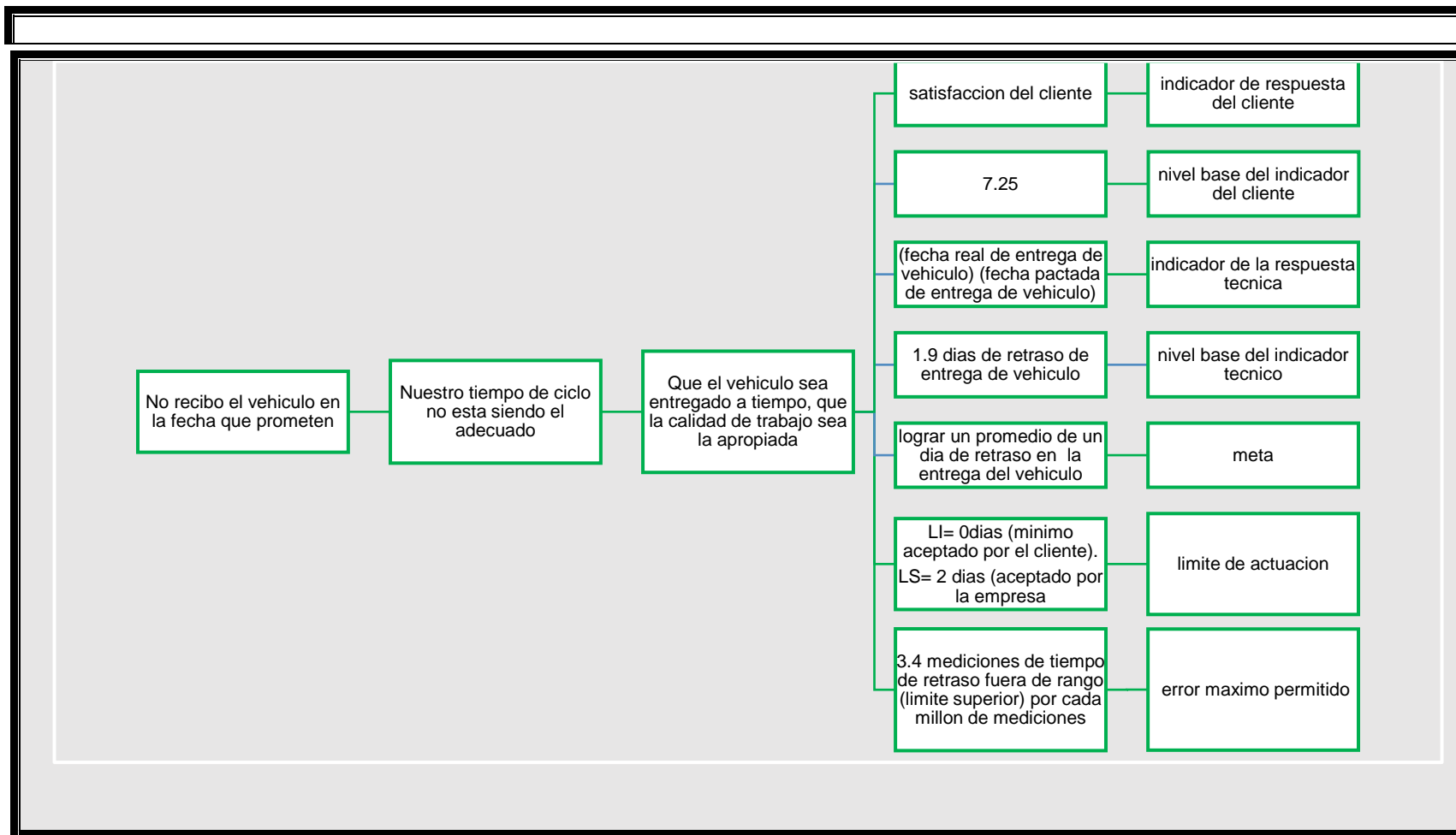
Del cuadro se aprecia que los subprocesos que más influyen sobre las VCC son el planchado, preparado y pintado. Además de acuerdo a las especificaciones del producto (pintado automotriz), necesariamente tiene que pasar por los tres procesos.

CONCLUSIÓN DE FASE DEFINIR

De esta manera lo hecho en la actividad anterior y ésta las variables críticas de la calidad (VCC), para el proyecto son:

- Tiempo de secado de pintura.
- Tiempo de entrega.
- Quejas de clientes por la calidad del producto.

Ilustración 9: criticas de calidad CTQ



Fuente: elaboración propi

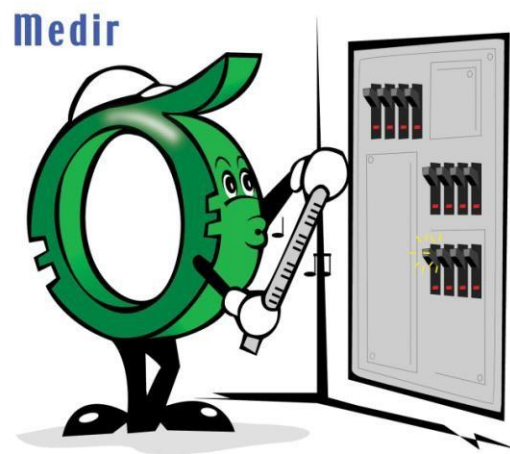
La etapa de definir concluyo con la formalización de la carta que se presentado a la jefatura del área para su revisión y aprobación.

Tabla 6: carta del proyecto

Elemento	Descripción	Plan de equipo
Proceso	Proceso en el cual existe una oportunidad de mejora	Proceso de pintura, sub proceso de esmalte
Descripción del proceso	Propósito del proyecto y sus alcances	Presentar una propuesta de mejoramiento para el proceso de secado de pintura.
Declaración del problema	Salidas significativas que el equipo busca mejorar	Retomar el uso de herramientas de calidad que ayuden a identificar y reducir variabilidad.
objetivo	Lo que se prefiere lograr	Reducir los defectos en el área de pintura. Controlar causas comunes que se presentan.
Miembros del equipo	Nombres y funciones	Fidel mejía gerente de taller Francisco coto responsable de planchado Eder Chavarría alineamiento y dirección Paul neyra responsable de pintura.
alcance del proyecto	¿Qué partes del proceso y de la metodología serán utilizadas	Proceso: el estudio comprende el proceso de preparado, lijado, acabado. Metodología: el desarrollo de la metodología comprende Definir, Analizar, Medir y Mejorar.
Clientes beneficiados	Muestra tanto a los clientes internos como externos beneficiados	Clientes internos: planchadores, preparadores y calidad. Clientes externos: cliente final
cronograma	Definir, Medir, Analizar y mejorar propuesta	Sera desde enero hasta abril
Definición del recurso	Lo que se requiera para desarrollar el proyecto	Cabina horno de pintura

Fuente: elaboración propia

FASE MEDIR (M)



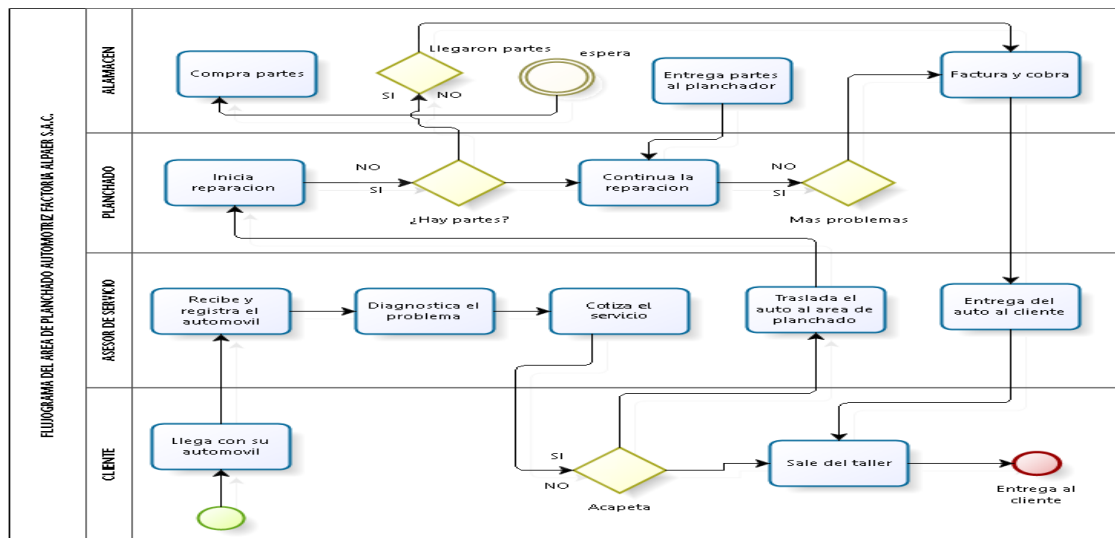
Seis Sigma se ha caracterizado de otras técnicas por su base en las mediciones, y es que Seis Sigma considera importante las mediciones por las siguientes razones:

- La percepción y la intuición no siempre es el reflejo real de las cosas.
- Se deben entender los procesos para conocerlos y poder identificar donde están las áreas de oportunidad; así mismo determinar si el proceso es estable o predecible y la variación del mismo, además sirve para saber el desempeño.
- Para conocer al cliente y entenderlo, para saber si está satisfecho con el producto o no.
- Para poder documentar y comprobar la mejora.

Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son mapeo de procesos a un nivel detallado, métodos para realizar estudios de repetitividad y reproducibilidad y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma.

En esta fase medir están registrados los datos, con las siguientes especificaciones del producto, los tiempos que se realiza cada proceso.

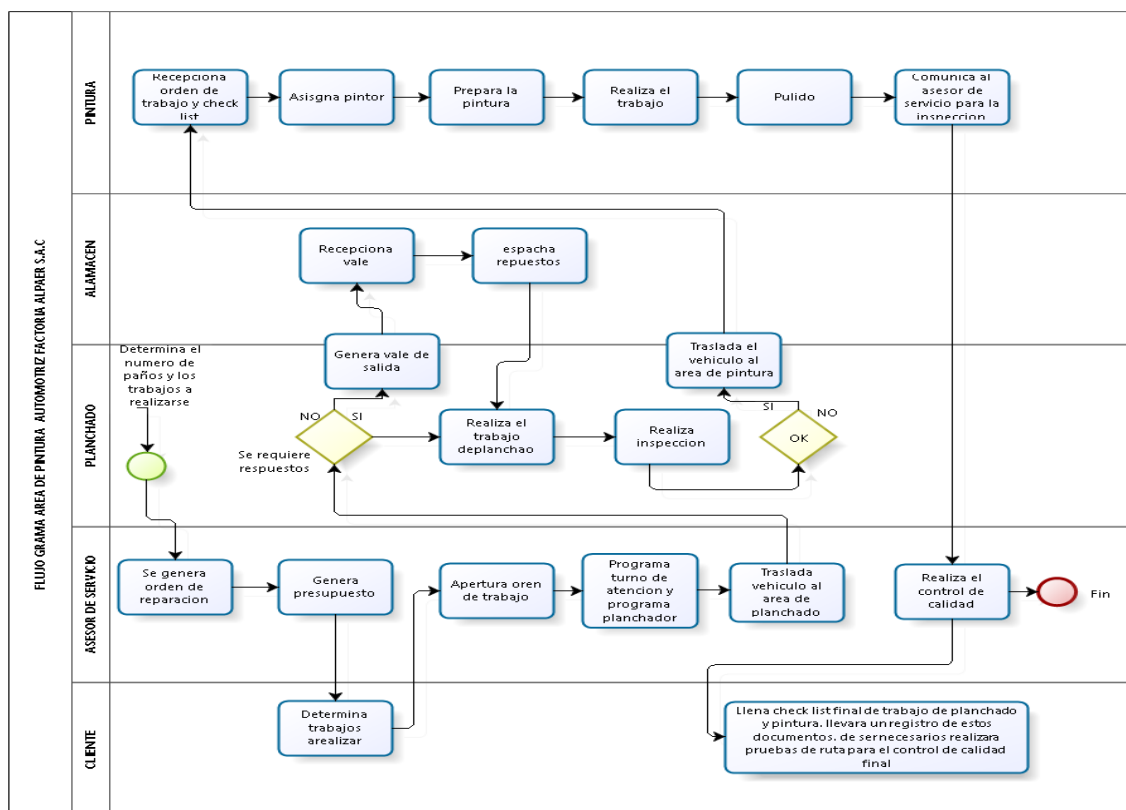
Ilustración 10: flujograma del área de planchado automotriz FACTORIA ALPAER S.A.C



Fuente: elaboración propia

Powered by
bizagi
Modeler

Ilustración 11: flujograma del área de pintura automotriz FACTORIA ALPAER S.A.C






































































Fuente: elaboración propia

Powered by
bizagi
Modeler

DIAGRAMA DE PROCESO SECCION PLANCHADO

Ilustración 12: diagrama de proceso de planchado parte de capot



Método actual		Fecha: 06 / 02 / 2016
Método propuesto		Hecho por Christian neyra
Sujeto del diagrama	Enderezada de capot	
Diagrama # 1	Departamento de producción	Hoja # 1

















































































Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						Descripción del proceso
	10							Recepción del vehículo
3	5							Transporte a sección de planchado
	30							Desmontaje y desarme del capot
	20							Localizar todas las zonas dañadas y examínelas para determinar las secciones que estén pandeadas o arrugadas
	10							Determine el sentido de la fuerza del impacto en el capot
	15							Aplique la tracción en sentido opuesto al impacto
	5							Inspeccionar con frecuencia las conexiones de anclaje
	20							Utilice gatos adicionales para enderezar, con el empleo de calor en las arrugas y pandeos y con un martillo y bloque para alisar las arrugas del metal
	5							Inspección de las dimensiones conforme avance el trabajo de enderezado
	10							Aplicar tracción en el sentido opuesto al impacto, con una presión lenta y estable
	5							Inspección del enderezado
2	3							Transporte al despacho
	5							Entrega del vehículo
5	143	8	2	3				

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje 
# de actividades	8	2		3	-
Distancia (M)		5			
Total	8	5		3	

DIAGRAMA DE PROCESO SECCION PINTURA

Ilustración 13: diagrama de proceso sección pintura parte de capot

Método actual		Fecha: 06 / 02 / 2016
Método propuesto		Hecho por Christian Neyra
Sujeto del diagrama pintura de capot		
Diagrama # 2		Hoja # 2
Departamento de producción		

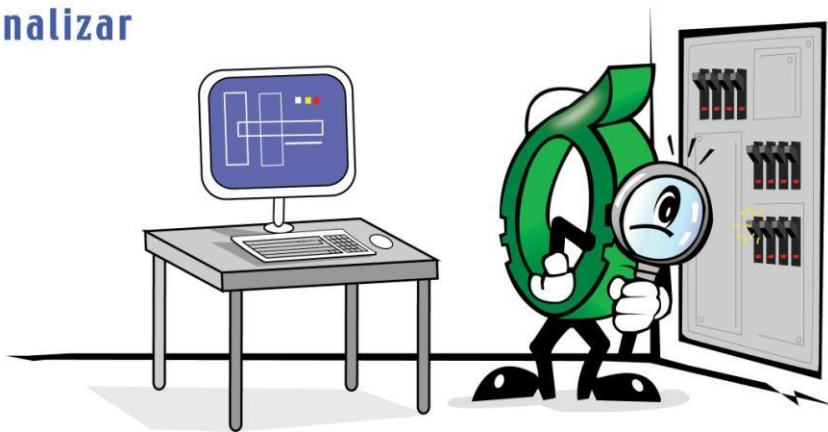
Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						Descripción del proceso
	10							Recepción del vehículo
3	5							Transporte a la sección de pintura
	30							Limpieza de la superficie
	25							Masillas la pieza
	20							Lijar la pieza
	35							echar base a la pieza
	35							Fondear la pieza
	35							Pintar la pieza
	30							Laqueado de pieza
	210							Secado de la pintura al ambiente
	5							Inspección del enderezado
4	850							Secado para el pulido
	15							Entrega del vehículo
	5							Inspección de acabado
4	5							Transporte a la salida
	5							Entrega del vehículo
11	1310	10	3	1		2		

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje 
# de actividades	10	3	2	1	-
Distancia (M)		15			
Total	10		2	1	

Elaboración propia

FASE ANALIZAR (A)

Analizar



La meta de esta fase es identificar la causa raíz del problema, entender cómo éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Se trata entonces de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmar éstas con datos. Obviamente, para encontrar la raíz del problema, primero será necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema.

Una muestra del tipo de profundidad en el análisis que se debe procurar en esta etapa en la que se aplica la técnica de los cinco porqués para encontrar la causa de que el mármol de un monumento se está deteriorando. En ese caso, si el análisis sólo hubiera llegado hasta el segundo o tercer porqué, entonces se trataría de resolver el problema buscando otro tipo de detergente o tratando de ahuyentar a los gorriones del lugar. Pero la verdadera causa es el modo de iluminación del lugar, por lo que al hacer un cambio para que ésta no atraiga a los insectos se logra un efecto en toda la cadena de causas-efectos.

Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco porqués, despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión

Realizar análisis de causa- raíz mediante la técnica de los porqués

En esta fase se realiza el análisis de las principales causas para la insatisfacción de los clientes. Para ello se utiliza la técnica de los 5 porqués, esta técnica lo popularizó el Sistema Productivo de Toyota en los años 70, la cual consiste en observar un problema y preguntar: “¿Por qué?” y “¿qué causó el problema?”

De acuerdo a datos evaluados en la fase anterior y en el análisis el problema está en la calidad con el 42.6% de satisfacción, esto generó la pauta para seleccionar las siguientes preguntas:

¿Por qué está insatisfecho el cliente?

Porque no le entregamos los productos a tiempo, cuando dijimos que lo haríamos.

¿Por qué no pudimos cumplir con el plazo establecido para su entrega?

El trabajo llevó más tiempo de lo que pensamos.

¿Por qué llevó tanto tiempo?

Porque subestimamos la complejidad del mismo.

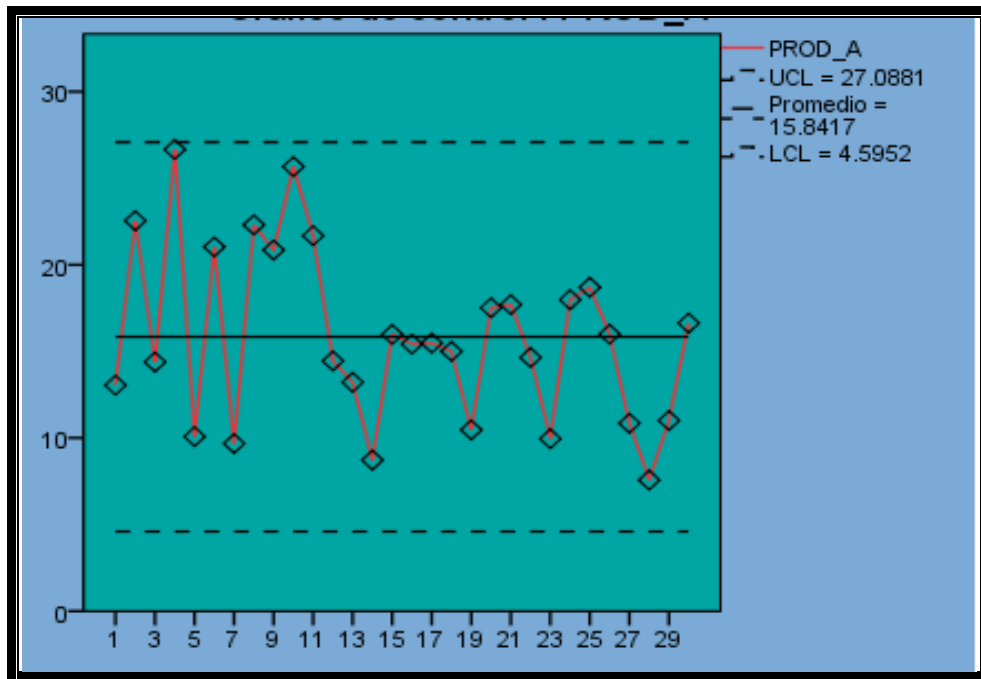
¿Por qué subestimamos su complejidad?

Porque hicimos una estimación rápida del tiempo necesario para completarlo y no listamos las etapas individuales necesarias para completar todo el ciclo del proceso.

¿Por qué no hicimos eso?

Porque estábamos más pendientes de otros trabajos y nos olvidamos del cliente que fue con anterioridad.

Ilustración 14: grafico de control de productividad 2015



En la figura podemos decir que la producción del año 2015 tiene una variación por encima de la media calculada, según el cuadro podemos analizar que hubo donde se utilizó demasiadas horas para realizar un determinado proceso de pintado en la mayoría de los casos la mucha estancia del vehículo se debe a la demora del secado para realizar el pulido,

Calcular el seis sigma

DPMO (defectos por millón de oportunidades)

- Total Observaciones 30
- Casos defectuosos 17
- Oportunidad de defecto 1

$$DPMO = \frac{17 \times 1000,000}{30 \times 1} = 566,666.667$$

Nivel Sigma Actual 1,58

DPMO (defectos por millón de oportunidades)

- Total Observaciones 30
- Casos defectuosos 17
- Oportunidad de defecto 1

$$\text{DPMO} / 1000,000 = \frac{17}{30 \cdot 1} = 0,5666$$

Buscando en la tabla Normal
Estándar:

$$Z_{0,5666} = 1,58$$

Nivel Sigma Actual 1,58

Ilustración 15; diagrama de Pareto baja productividad

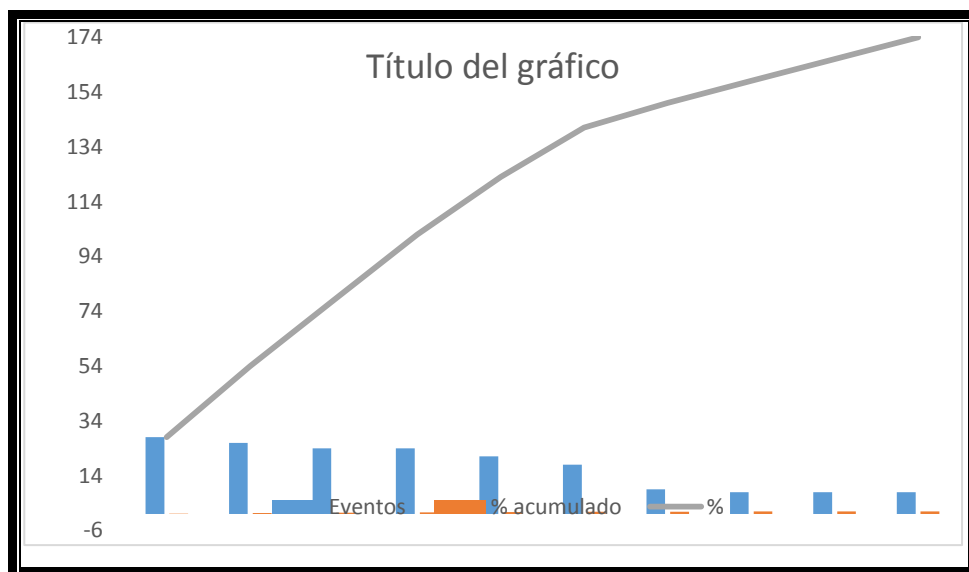


Ilustración 16: diagrama de causa y efecto

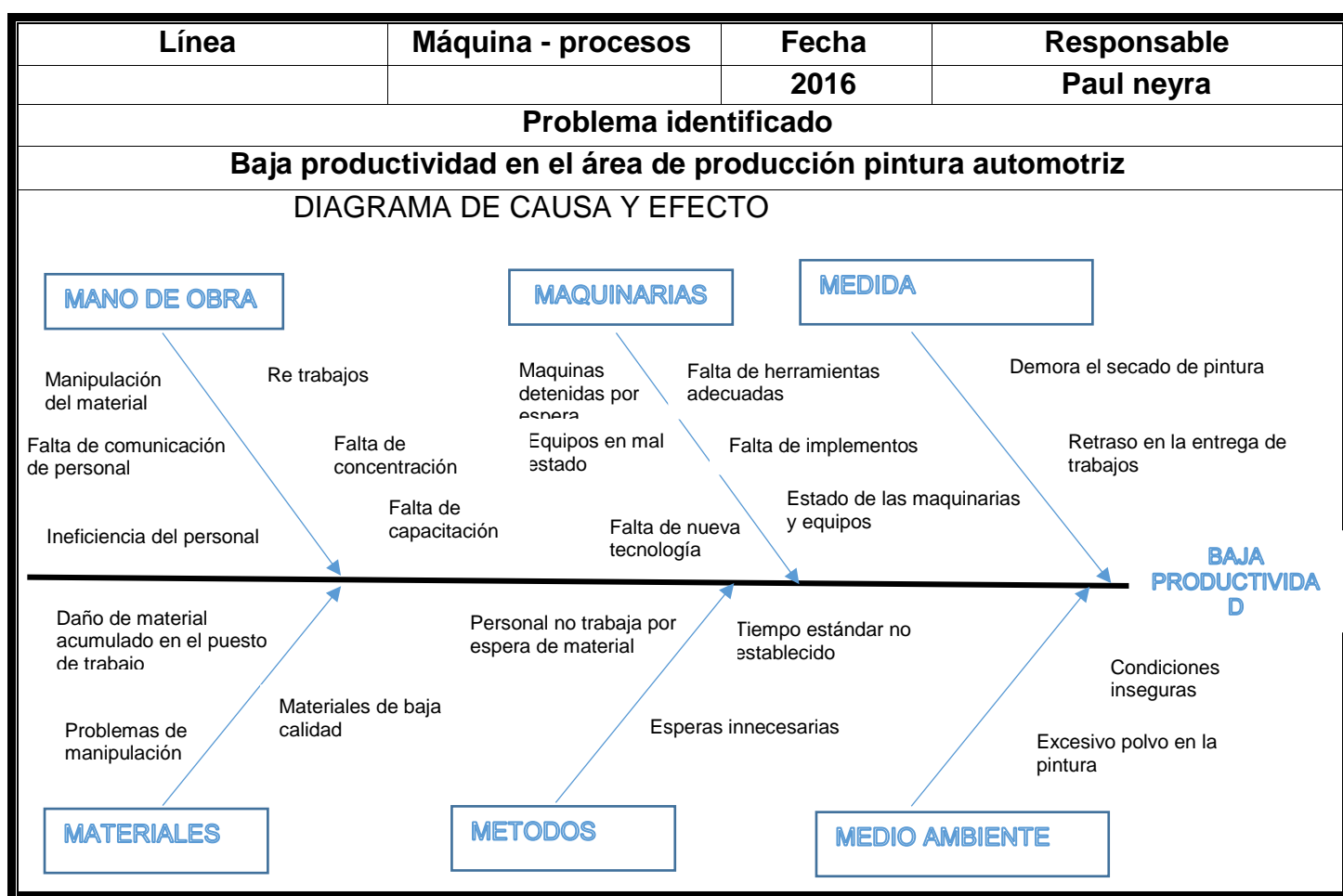


Tabla 7: principales causas de la baja productividad

causa de baja productividad	Eventos	% acumulado	%
Demora demasiado el secado de pintura	28	0.16091954	28
Tiempo estandar no establecido.....	26	0.310344828	54
Retraso de trabajo.....	24	0.448275862	78
retrabajo.....	24	0.586206897	102
Maquinas detenidas por espera.....	21	0.706896552	123
Esperas innecesarias.....	18	0.810344828	141
Enficiencia del personal	9	0.862068966	150
Daño del material acumulado en puesto de trabajo.....	8	0.908045977	158
El personal Deja de trabajar por espera de materiales	8	0.954022989	166
Clima inapropiado	8	1	174
Total	133		

Ilustración 17: diagrama de Pareto de insatisfacción del cliente

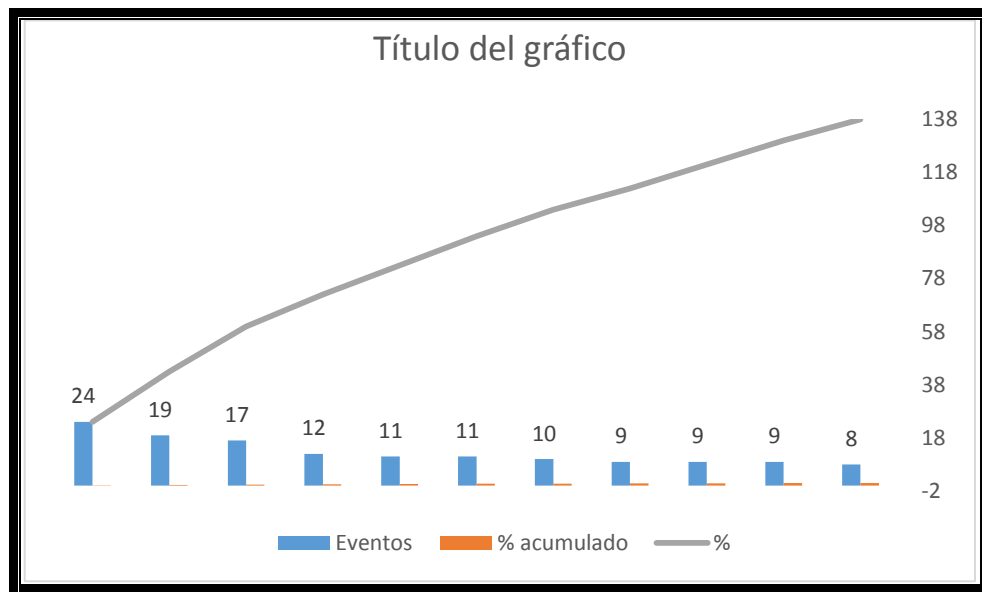


Ilustración 18: diagrama de causa efecto

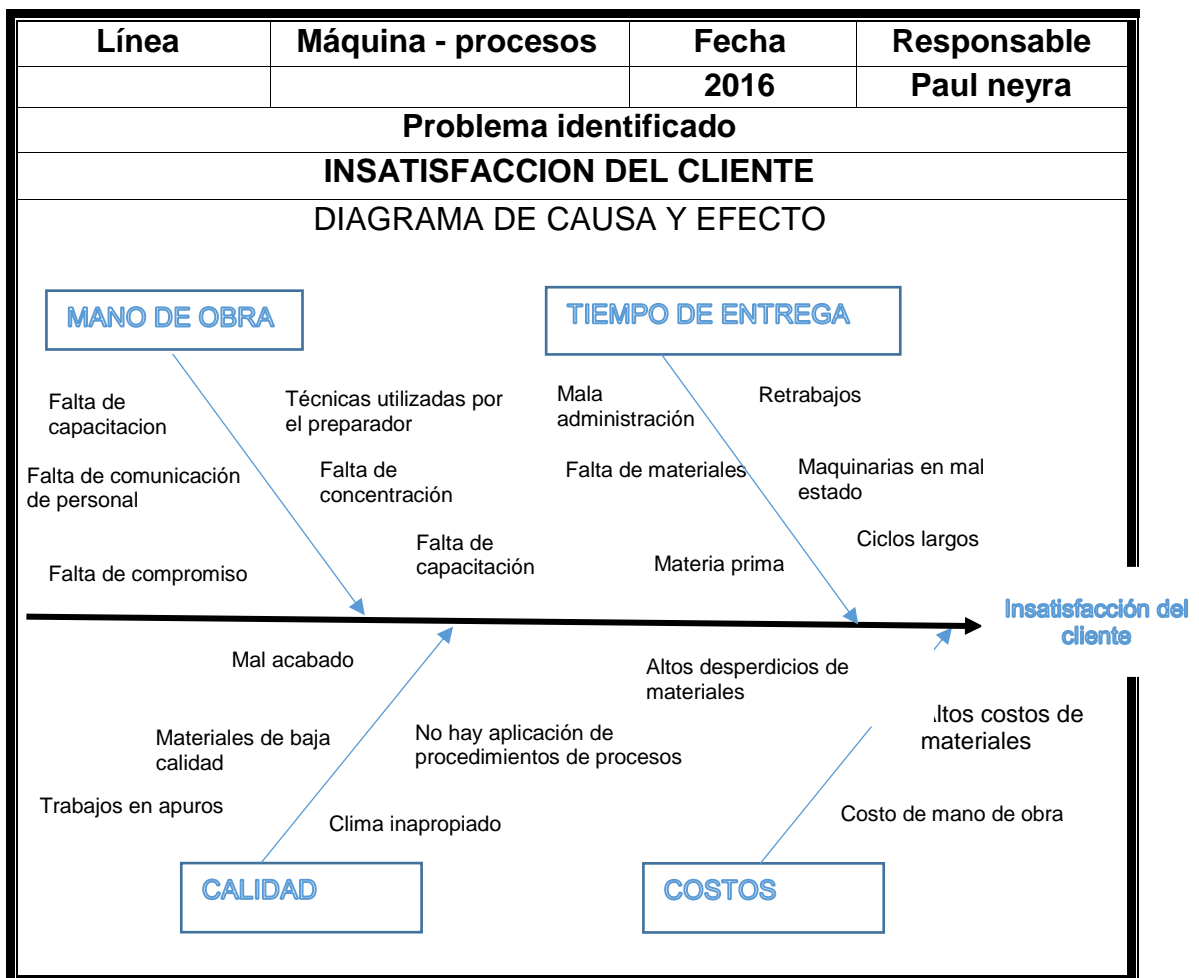


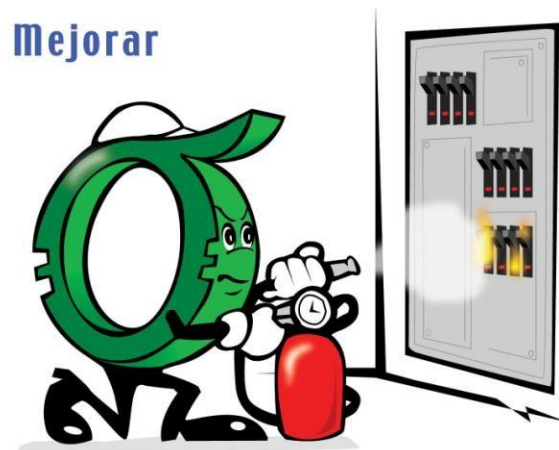
Tabla 10: principales causas de insatisfacción del cliente

causa de insatisfacción del cliente	Eventos	% acumulado	f. acumulada
Retrabajos	24	0.173913043	24
Ciclos largos	19	0.311594203	43
Trabajos en apuros	17	0.434782609	60
Materiales de baja calidad	12	0.52173913	72
Falta de capacitación	11	0.601449275	83
Costo de mano de obra	11	0.68115942	94
Falta de concentración	10	0.753623188	104
Falta de procedimientos	9	0.811594203	112
Desperdicios de materiales	9	0.876811594	121
Altos costos de materiales	9	0.942028986	130
Clima inapropiado	8	1	138
Total	138		

CONCLUSIÓN DE FASE ANALIZAR

- Falta de planificación en las distintas actividades.
- Instrumentos de medición obsoletos, es necesario cambiar para conseguir medidas más exactas.
- Procesos no estandarizados, se necesita revisar el procedimiento de estimación y especificación del tiempo estándar en un manual de procedimientos.

FASE MEJORAR O IMPLEMENTAR (I)



En esta etapa ya se tiene un análisis de toda la información, ya se ha llegado a conocer mejor el proceso, los clientes, etc. Se conoce bien el problema y sus causas, entonces ya se tienen ideas de que hacer para mejorar; sin embargo, se debe recordar que no se puede confiar en la intuición o percepción, se debe probar si son correctas y producirán un resultado que solucione el problema.

En esta etapa se propone, se implementa y se evalúa las mejores soluciones que atiendan la causa raíz detectada antes.

LLUVIA DE IDEAS DE POSIBLES DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

- Estandarización de los procesos por medio de un manual de procedimientos, para evitar las quejas de entrega a tiempo.
- Actualización de la tecnología por medio de un computador, para la realización de los roles pagos, impresión de facturas, diseños de nuevos productos, planificación y control de los procesos.
- Implementar una cabina-horno de pintura que se utilizara para disminuir el tiempo de secado de pintura.
- Capacitar a los trabajadores en cursos relacionados con los procesos que maneja la factoría "ALPAER" y en uso adecuado de los nuevos dispositivos de medición.
- Facilitar el acceso a información oportuna y válida relacionada con su área de responsabilidad.

- Adquirir lámparas de secado de pintado de vehículos, que se utilizaran para secar partes pequeñas del automóvil.
- Dotar de elementos de protección personal como: mascarillas, tapones, gafas, guantes, calzado y ropa de trabajo, ya que son necesarios para evitar accidentes.
- Entregar al trabajador materia prima garantizada, para que el resultado sean productos de mejor calidad y no pierda tiempo construyendo productos que disminuyan la productividad.
- Realizar repisas para estandarizar la materia prima, es una manera de mantener el orden, la limpieza, la seguridad y ahorro de tiempo para asegurar que el proceso sea tan corto como lo quieran los clientes.
- Proveer el ambiente propicio al personal para la mejora de sus procesos y facilitar al cliente un espacio apropiado para la espera del producto.

TÉCNICA DE CREATIVIDAD

Tabla 8: Matriz de prioridad para seleccionar las mejores soluciones

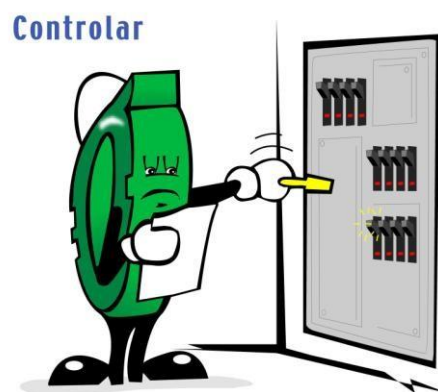
Criterios	Solución	Alto impacto	Mas rapidez	Mayor tecnología	Mas facilidad	Opiniones del cliente	Menos costos	Suma
Manual	A	5	3	4	1	2	3	18
Act. Tecnología.	B	3	1	3	1	3	5	16
Cabina-horno de pintura	C	3	5	5	3	3	4	23
Capacitación	D	3	3	1	2	1	3	18
Comunicación	E	2	2	1	4	3	3	16
Lámparas de secado	F	4	4	2	3	3	3	19
Esq. personal	G	5	2	2	3	3	2	17
Materia prima	H	4	2	2	3	3	3	17
Estandaria para material	I	4	3	1	5	3	2	18
Ambiente propicio	J	5	1	4	3	2	3	18

Elaboración propia

Análisis: Por medio de la matriz de prioridad se evaluaron las soluciones propuestas con los criterios de mayor impacto para los clientes. Además se ha tomado las soluciones que contengan una puntuación igual o mayor a 20 puntos para la implementación:

- Manual de procedimientos con un puntaje de 18; tiene mayor impacto, utiliza la tecnología, la opinión del cliente es buena y el costo es aceptable.
- Implementación de una cabina-horno de pintura con 23; el impacto es aceptable, ya que es más rápido, es más costoso pero evita errores en el proceso de secado de pintura y con ello mayores calidad en los procesos.
- Adquirir lámparas de secado de pintado de vehículos, que se utilizaran para secar partes pequeñas del automóvil.
- Los equipos de protección personal con el 17; tiene mayor impacto, la opinión del cliente es aceptable ya que no demanda de mucha inversión mientras que el personal este prevenido de los accidentes.
- La materia prima con 17 su impacto es alto, la opinión del cliente es aceptable ya que determinan que el material sea garantizado sin importar el costo del producto.
- Estanterías para los materiales con 18; el impacto es aceptable, se puede hacer con facilidad con el personal de la misma factoría y tendría un bajo costo.
- Mejoramiento del ambiente de trabajo, para dar una buena imagen.

FASE CONTROLAR (C)



Para asegurar que el proyecto generará los beneficios estimados a lo largo de un tiempo, es necesario controlar. En esta etapa se analizó el y evaluó el

desempeño actual y su relación con el desempeño inicial. Además, también esta es la etapa donde se cuantifican los ahorros.

Una vez que se alcanzaron las mejoras deseadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y se cierra el proyecto. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenidos se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continuar.

De acuerdo con lo anterior, se deben acordar acciones de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo.

En esta fase se mantienen las mejoras a través de tres niveles:

- Estandarización.
- Documentación.
- Monitoreo.

ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS

La finalidad de estandarizar es establecer normas, reglamentos y procedimientos, que señalan como hacer ciertas cosas, para mantener un ambiente adecuado de trabajo.

En esta metodología se tomará en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es muy importante que todo el personal de la empresa esté enterado de estas metodologías y tengan a su disposición información al respecto.
- Debe existir mucha comunicación sobre estos conceptos en la empresa, para que el interés se vuelva comunitario y se convierta en un impulso diario.

- En este cambio, la participación de todos debe ser desde las primeras etapas para poder lograr su compromiso.

ESTABLECER NORMAS, REGLAMENTOS, PROCEDIMIENTOS Y FIJACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Normas para trabajos en los procesos de planchado, preparado, pintura y acabado.

- Utilizar gafas y tapones.
- No utilizar ropa muy suelta.
- Usar ropa de algodón y botas puntas de acero.
- Es preferible llevar el cabello corto.
- La iluminación del área de trabajo debe ser de 300 a 500 luxes, para no causar daños a la vista.
- Debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
- La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos.
- Las máquinas deben mantenerse en perfectos estados de conservación, limpios y correctamente engrasados.

REGLAMENTOS PARA LA GERENCIA

- Desarrollar una adecuada política de precios.
- Estar al tanto de todas las estadísticas, cifras y razones referentes a su inventario, ventas, ingresos, gastos, inversiones, personal, etc.
- Tratar con respeto y dignidad a los trabajadores. (Satisfaga sus necesidades y ellos harán lo imposible para satisfacer las tuyas).
- Delegar, pero no olvidar, dar seguimiento a lo que delega.
- Conocer a los clientes; investigar su motivación de compra. (Satisfaga sus necesidades, obsesiónese por servirle cada día mejor).
- No llamar la atención en público. Mejor felicitar o reconocer el trabajo bien

hecho.

- Capacitar a los empleados.
- Contratar al personal más idóneo que esté disponible en el mercado.

PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

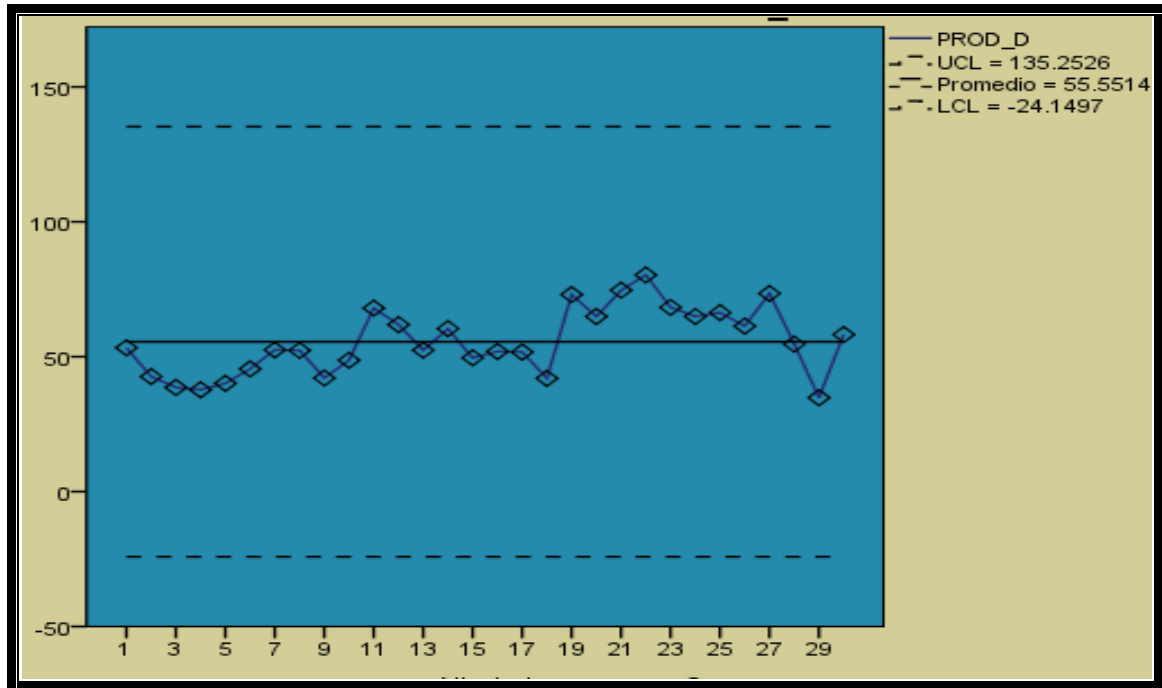
- Puntualidad en la entrega de los productos.
- Investigación constante de los requerimientos del consumidor.
- Selección, recibo y manejo adecuado de las materias primas, para garantizar la calidad de los productos.
- Recolección de datos para mantener el control y emprender acciones correctoras cuando sea necesario.
- Los equipos de medida calibrador pie de rey, deben tener un manejo adecuado para garantizar la correcta comprobación de los productos.
- Elaborar un inventario de todo lo que posee la microempresa.

PARA EL PERSONAL

- Los empleados deben tener un compromiso con los proyectos de la empresa.
- Deben conocer las normas de calidad.
- Dar una buena atención al cliente.
- Mantener una buena comunicación ya que el trabajo en equipo es la forma más acertada para realizar un excelente trabajo.

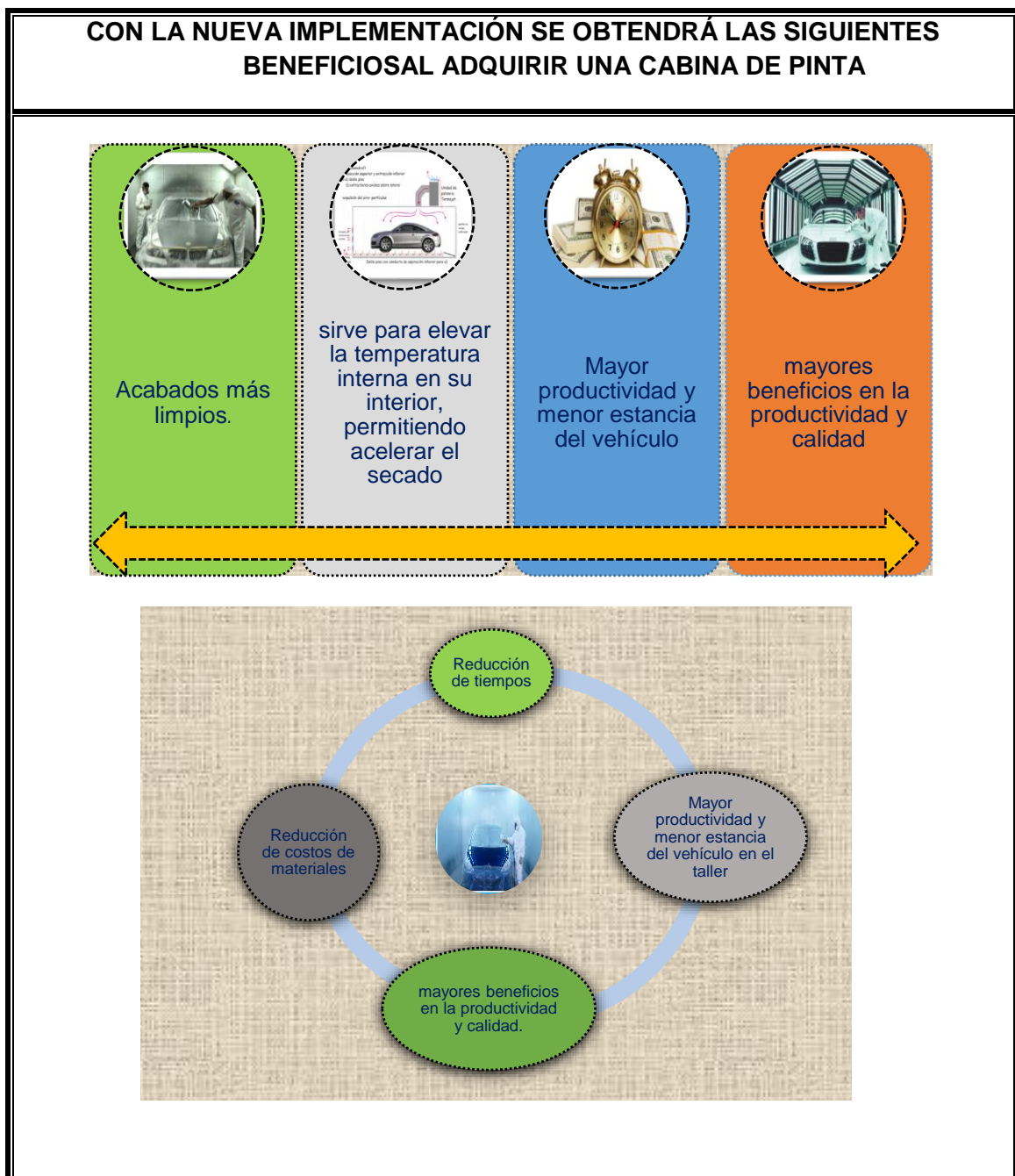
- Concentrarse en la tarea de mejorar continuamente, con la meta de lograr una calidad cada día más perfecta.

Ilustración 19: grafica de control mejorado productividad



En la figura podemos decir que la producción del año 2016 tiene una variación por encima de la media calculada, según el cuadro podemos analizar que hubo donde se utilizó menos horas para realizar un determinado proceso de pintado en la mayoría de los casos los tiempos de pintura se redujo considerablemente por la implementación de la cabina horno de pintura

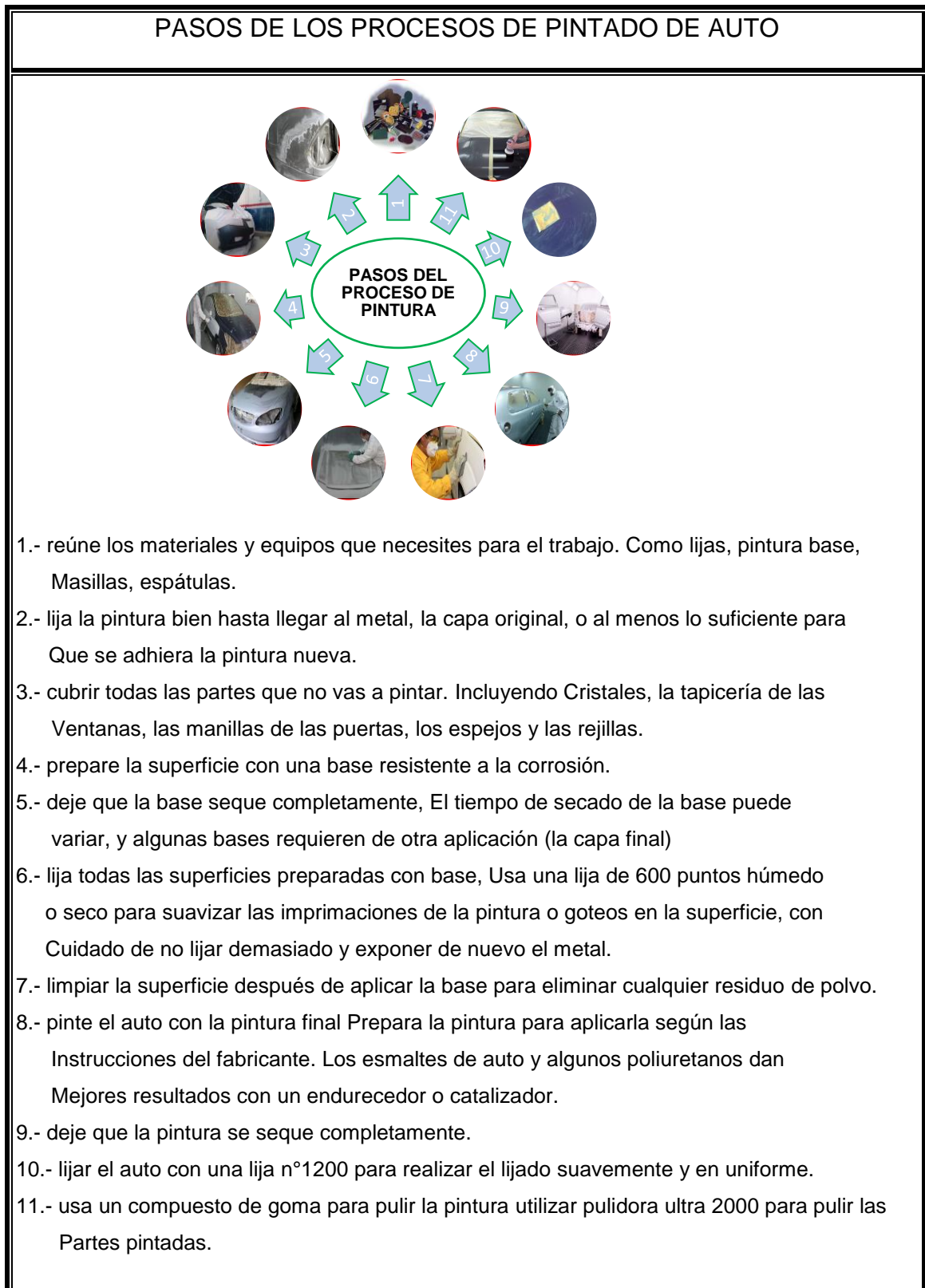
Figura 7: beneficio de la implementación



Fuente: elaboración propia

PROCESO DE PINTURA MEJORADA

Figura 8: pasos de proceso de pintado en la mejora



DAP comparativos del mejoramiento productivo capacidad del proceso inicial y final

Ilustración 22: **diseño de mejoras en el proceso actual**

Método actual		Fecha: 06 / 02 / 2016
Método propuesto		
Sujeto del diagrama	pintura de capot	Hecho por Christian Neyra
Diagrama # 2	Departamento de producción	Hoja # 2

Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						Descripción del proceso
	10							Recepción del vehículo
3	5							Transporte a la sección de pintura
	30							Limpieza de la superficie
	25							Masillas la pieza
	20							Lijar la pieza
	35							echar base a la pieza
	35							Fondear la pieza
	35							Pintar la pieza
	30							Laqueado de pieza
	210							Secado de la pintura al ambiente
	5							Inspección del enderezado
4	850							Secado de pintura para el pulido
	15							Entrega del vehículo
	5							Inspección de acabado
4	5							Transporte a la salida
	5							Entrega del vehículo
11	1310	10	3	1		2		

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje
# de actividades	10	3	2	1	-
Distancia (M)		15			
Total	10		2	1	

PROCESO MEJORADO SECCION PINTURA

Tabla 23: diseño de mejoras proceso mejorado

Método actual				Fecha: 06 / 02 / 2016			
Sujeto del diagrama				Hecho por Christian neyra			
Departamento de producción				Hoja # 1			

Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						Descripción del proceso
	10						1	Recepción del vehículo
3	5						2	Transporte a sección de pintura
	30						3	Limpieza de las superficies
	25						4	Masilla las piezas
	20						5	Lijar las piezas
	20						6	echar base a las piezas
	25						7	Fondear las piezas
	5						8	Inspección de las piezas a pintar
	5						9	Transporte al horno
4	30						10	Pintar las piezas
	210						11	Secado de la pintura al horno
4	5						12	Transporte al vehículo
	30						13	Pulido de las piezas
4	5						14	Inspección de acabado
	5						15	Transporte a la salida
							16	Entrega del vehículo
15	430	9	4	2	-	-		Total

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje
# de actividades	9	4	1	2	-
Distancia (M)		15			
Total	9	15	1	2	

Elaboración propia

SITUACIÓN MEJORADA DE PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y EFICACIA.

Tabla 12: producción FACTORIA ALPAER S.A.C

Mes	Día	Producción	Horas Hombres/Día	Costo/Día	Productividad	Eficacia	Eficiencia
Enero	5	2	17.00	383.20	93.82	45.57	20.53
Enero	12	3	25.19	580.14	71.41	37.50	19.04
Enero	19	3	25.22	579.56	61.83	37.50	16.49
Enero	26	2	16.96	387.83	62.37	30.22	20.64
Enero	8	4	33.80	767.67	65.92	36.36	18.13
Enero	15	4	34.21	760.35	77.02	40.36	19.08
Enero	22	2	17.10	384.47	92.11	45.00	20.47
Enero	29	3	25.46	580.04	92.57	42.86	21.60
Febrero	2	2	17.24	388.75	71.05	35.00	20.30
Febrero	9	3	25.81	578.89	83.39	43.33	19.37
Febrero	16	3	26.11	584.12	129.34	47.50	27.33
Febrero	23	2	17.59	387.56	115.11	45.00	25.58
Febrero	5	3	26.19	586.74	90.67	47.50	19.09
Febrero	12	3	26.07	586.74	110.48	47.50	23.26
Febrero	19	3	25.81	580.40	86.83	40.50	21.44
Febrero	26	2	17.37	389.07	90.67	45.00	20.15
Marzo	8	3	26.23	516.48	90.86	43.33	20.97
Marzo	15	4	35.08	680.33	70.28	36.36	19.33
Marzo	22	3	25.99	504.10	134.51	63.33	21.24
Marzo	29	2	17.49	337.08	116.49	58.22	20.01
Marzo	11	4	34.57	682.29	142.36	56.36	25.26
Marzo	18	3	26.15	517.25	153.32	63.33	24.21
Marzo	25	3	34.57	696.41	120.31	66.36	18.13
Marzo	32	3	25.89	518.90	120.00	51.33	23.38
Abril	5	4	30.55	777.51	121.17	56.36	21.50
Abril	12	3	22.95	585.32	112.62	47.50	23.97
Abril	19	4	30.92	787.28	139.26	56.36	24.71
Abril	26	3	23.41	584.53	9718	45.00	21.36
Abril	8	2	15.42	392.81	56.75	25.00	22.70
Abril	15	4	31.19	785.83	107.18	46.36	21.12
promedio		3	25.251	562.388	419.923	46.063	21.346

Fuente: elaboración propia

2.8. ANALISIS COSTO BENEFICIO.

La cuantificación de ingresos a percibir por los diferentes trabajos, monto que fue estimado por los diferentes trabajos que se realizaran tales como: pintado total del vehículo, pintado superficial del vehículo, abolladura más pintura, pintura de una pieza, cambio más pintura de una pieza, retoque, abolladura más pintado superficial, abolladura más pintado total, y otros siendo estos costos promedios.

La cuantificación de ingresos a obtener se observan en el siguiente cuadro

Tabla 13: costos de materiales al realizar el proceso de pintado

Rubro	Precio por 1/32	Precio por 1/8	Precio por 1/4	Precio por galón
Diluyente laca	S/. 32	S/. 65	S/130	S/. 520
Pintura poliuretano	S/ 20	S/ 40	S/ 80	S/. 320
Thiner lazury	S/. 35	S/. 17	S/. 35	S/. 140
Pintura acrílico	S/. 11	S/.22.5	S/. 45	S/. 180
Pintura gloss	S/. 4	S/. 7.5	S/. 15	S/. 60
Diluyente thiner universal	S/.2.5	S/. 5	S/. 10	S/. 40
Abrillantador	S/15.5	S/. 31	S/. 62	S/. 248
Barniz transparente	S/37.5	S/ 75	S/150	S/. 600
Catalizador	S/18.5	S/.37.5	S/ 75	S/. 300
Fondo plus	S/ 8.5	S/ 17.5	S/ 35	S/. 140
Fondo primer	S/. 10	S/. 20	S/. 40	S/. 160
Wipe	S/. 2	S/. 4	S/. 8	S/. 32
TOTAL	S/.196.5	S/.342	S/.685	S/.2,740

Fuente: elaboración propia

Tabla 14: precio de materiales a utilizar

Rubro	Cantidad	Precio por unidad	Costo Mensual
Lijas	30	S/. 1.50	S/. 45.00
Paños anti-Polvos	30	S/. 1.80	S/. 54.00
Esponjas Abrasivas	10	S/. 4.00	S/. 40.00
Sikaflex	5	S/. 7.00	S/. 35.00
Cinta de enmascarar # 24	15	S/. 3.00	S/. 45.00
Lija de agua 1200	15	S/. 1.20	S/. 18.00
Lija de disco 150	15	S/. 3.00	S/. 22.50
Lija de disco 1500	15	S/. 4.00	S/. 60.00
Lija de disco 220	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Lija de disco 320	10	S/. 2.50	S/. 25.00
Lija de disco 400	20	S/. 3.20	S/. 64.00
Lija de disco 80	5	S/. 1.29	S/. 72.24
Lija de pliego en seco 60	20	S/. 2.80	S/. 56.00
Lija de pliego en seco 80	50	S/. 2.20	S/. 110.00
Cinta de enmascarar # 18	25	S/. 2.50	S/. 62.50
Plástico de enmascarar	1	S/. 180.00	S/. 180.00
Masillas	30	S/. 6.50	S/. 195.00
Guantes de nitrilo	15	S/. 5.25	S/. 78.75
Cinta masking	10	S/. 2.50	S/. 25.00
TOTAL		S/. 236.74	S/. 1,225.49

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: precio cabina de pintado

Conceptos	Costo Unitario	Mensual	1 Año	3 años
Cabina horno de pintado	S/. 54,250.00	S/. 1.600	S/. 19.200	S/. 57,600.00

Fuente: elaboración propia

2.8.2. BENEFICIO

Aplica las mejoras en los procesos y gestión de recursos en el área de trabajo de la empresa.

COSTO BENEFICIO

Si en el proceso anterior utilizábamos un tiempo de minutos, actualmente utilizamos un tiempo de 430 minutos, esto quiere decir que hemos reducido tiempo del proceso en 480 minutos, obteniendo resultados que con las herramientas empleadas pintaremos 3 autos diarios.

Las mejoras que se obtendrán al implementar una cabina de pintado.

Concepto	Precio	Cantidad	Ingreso Mensual	Ingreso Anual
Pintado total del vehículo	S/. 1,800.00	2	S/. 3,600.00	S/. 43,200.00
Pintado superficial del vehículo	S/. 1,050.00	3	S/. 3,150.00	S/. 37,800.00
Abolladura más pintura	S/. 240.00	5	S/. 1,200.00	S/. 14,400.00
Pintura de una pieza	S/. 120.00	6	S/. 720.00	S/. 8,640.00
Cambio más pintura de una pieza	S/. 180.00	3	S/. 540.00	S/. 6,480.00
Retoque	S/. 90.00	5	S/. 450.00	S/. 5,400.00
Abolladura más pintado superficial	S/. 1,500.00	4	S/. 6,000.00	S/. 72,000.00
Abolladura más pintado total	S/. 2,400.00	3	S/. 7,200.00	S/. 86,400.00
INGRESO TOTAL	S/. 7,380.00		S/. 22,860.00	S/. 274,320.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 16: tabla de acumulado

Mes	Días	Producción	Horas trabajadas	Gastos
Enero	8	13	494.15	4.542.63
Febrero	8	14	671.37	6.081.95
Marzo	8	15	447.69	4.622.37
Abril	6	10	447.58	4.207.17
Producción	30	52	206.079	19.454.12

Tabla 17: tabla de acumulado

Mes	Días	Producción	Horas trabajadas	Gastos
Enero	8	22	194.94	4.423.26
Febrero	8	21	182.19	4.082.27
Marzo	8	23	225.97	4.452.84
Abril	6	18	154.44	3.913.28
Producción		84	75.754	16.871.65

Tabla 18: comparación del antes y después

Meses	Meses	Producción	Horas trabajadas	Gastos
promedio	4	52	206.079	19.454.12
promedio	4	84	75.754	16.871.65

Tabla 19: tabla de beneficios

	Producción	Horas trabajadas	Ahorro
Promedio	32	130.325	2.582.47

III. RESULTADOS

3.1.- Análisis descriptivo

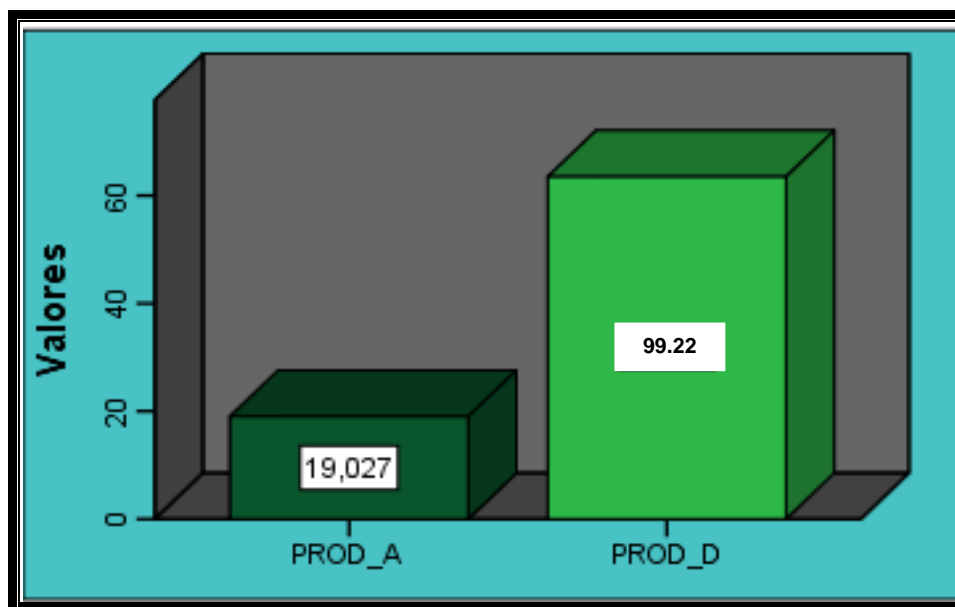
Análisis descriptivo de productividad

Comparación entre el año 2015 y 2016 de productividad

Tabla 20: estadística descriptiva de la productividad antes y después

	N	Media	Mínimo	Máximo
Producción antes	30	19.0273	6.06	39.62
Producción después	30	99.22	44.47	92.58

Ilustración 24: comparación de productividad antes y después



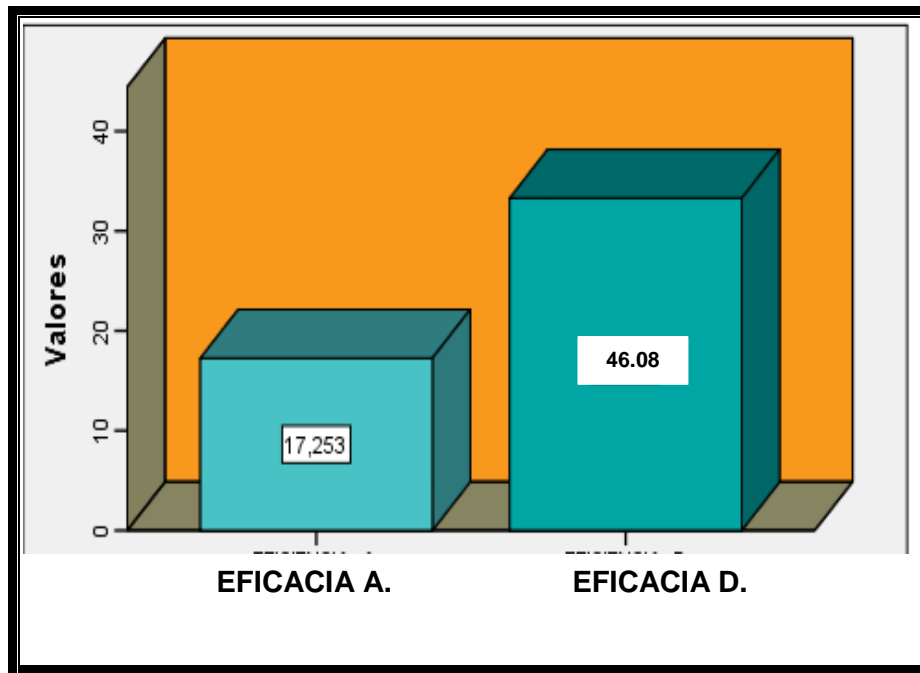
De esta figura podemos ver que nuestra productividad aumentó de forma significativa, pasando de un 19.02 a un 99.22. Por lo tanto, el porcentaje de incremento de la productividad en promedio fue de 80.2%.

Análisis comparativo de eficacia

Tabla 21: estadística descriptiva de la eficacia antes y después

	N	Media	Mínimo	Máximo
Eficacia antes	30	17.2530	5.29	28.57
Eficacia después	30	46.08	22.22	42.86

Ilustración 25: comparación de eficacia antes y después



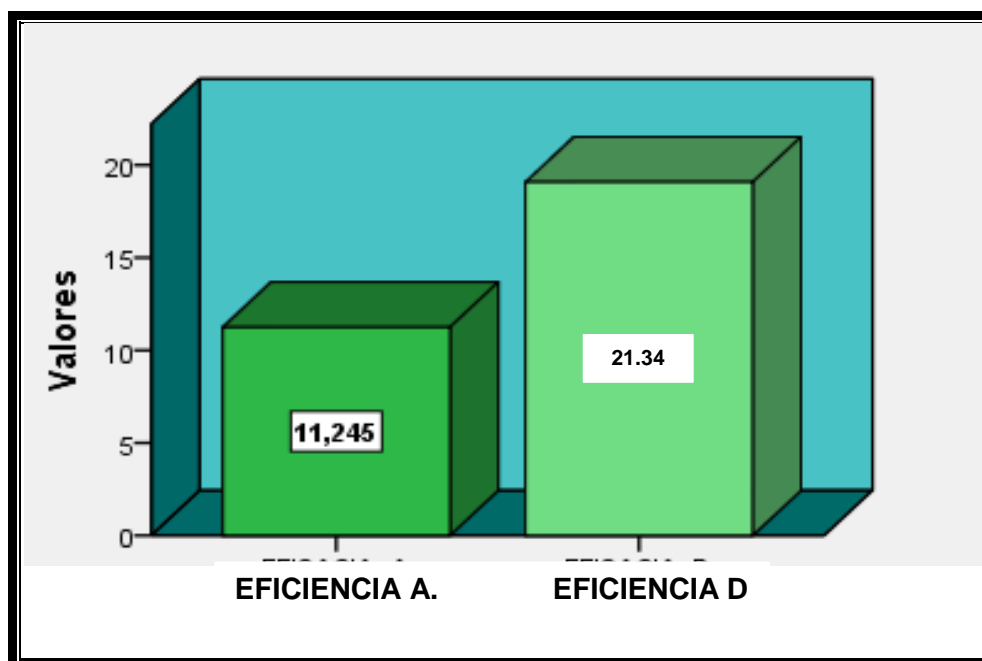
Ahora bien, en esta figura podemos ver que nuestra eficacia aumento de forma significativa, pasando de un 17.2530 a un 46.08. Por consiguiente, podemos decir que se tuvo un incremento de eficacia de 28.82%.

Análisis comparativo de eficiencia

Tabla 22: estadística descriptiva de la eficiencia antes y después

	N	Media	Mínimo	Máximo
Eficiencia antes	30	11.2447	5.65	18.59
Eficiencia después	30	21.345	15.49	25.58

Ilustración 26: comparación de la eficiencia de antes y después



De igual manera en esta figura podemos ver que nuestra eficiencia aumento de forma significativa, pasando de un 11.24% a un 21.34% Esto quiere decir que tuvo un incremento de un 10.1 %.

3.2. Análisis Inferencial

3.2.1. Prueba de Normalidad

Tabla 23: prueba de normalidad para productividad antes

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Producción antes	,117	30	,200	.951	30	.181

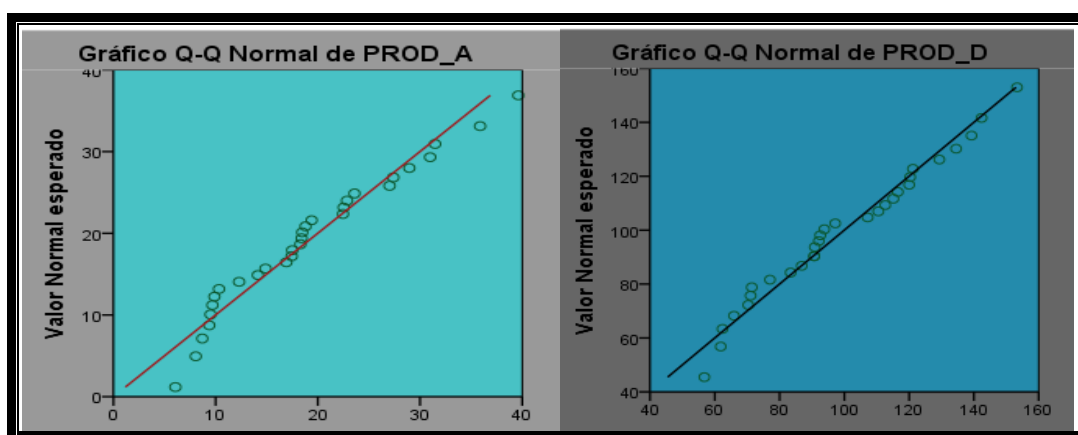
Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Productividad Después” tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Tabla 24: prueba de normalidad para la productividad después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad después	,115	30	,200	.966	30	.437

Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Productividad Después” tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Ilustración 27: grafico de control de la productividad antes y después



Según las pruebas de shapiro wilk, ya que estamos trabajando con muestras de 30, con un nivel de significancia del 5% podemos afirmar que las variables de interés presentan una distribución normal. Visualizando las gráficas Q-Q podemos interpretar cumplen una distribución normal eso se debe a que los puntos se encuentran cerca de la línea diagonal con lo cual visualmente las variables son distribución normal.

Tabla 25: prueba de normalidad para la eficacia antes

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	,112	30	,200	.960	30	.311

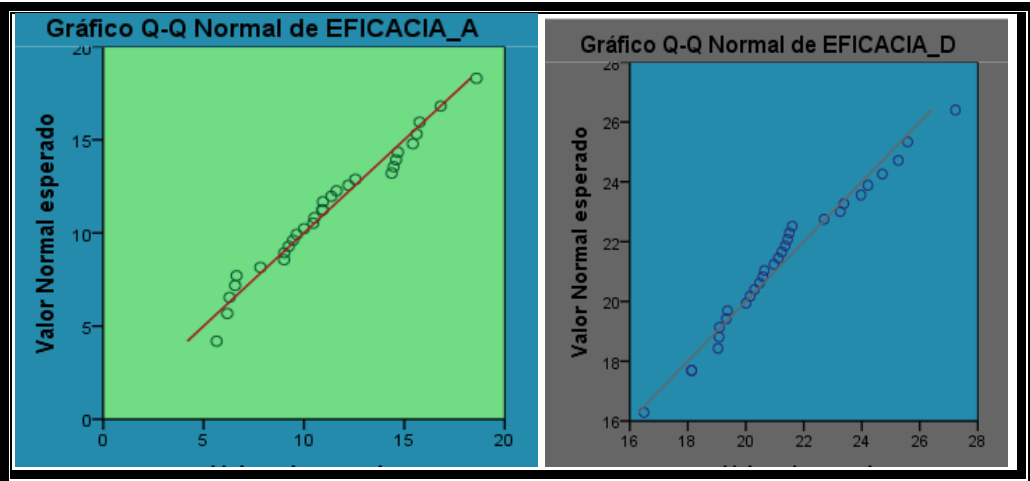
Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Eficacia Antes” tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Tabla 26: prueba de normalidad para la eficacia después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia después	,175	30	,019	.968	30	.491

Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Eficacia Después” tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Ilustración 28: grafico Q-Q de la eficacia antes y despues



Según las pruebas de shapiro wilk, ya que estamos trabajando con muestras de 30, con un nivel de significancia del 5% podemos afirmar que las variables de interés presentan una distribución normal. Visualizando las gráficas Q-Q podemos interpretar cumplen una distribución normal eso se debe a que los puntos se encuentran cerca de la línea diagonal con lo cual visualmente las variables son distribución normal.

Tabla 27: prueba de normalidad para la eficiencia antes

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	,117	30	,200	,964	30	,389

Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Eficiencia Antes” tienen una distribución normal, por lo

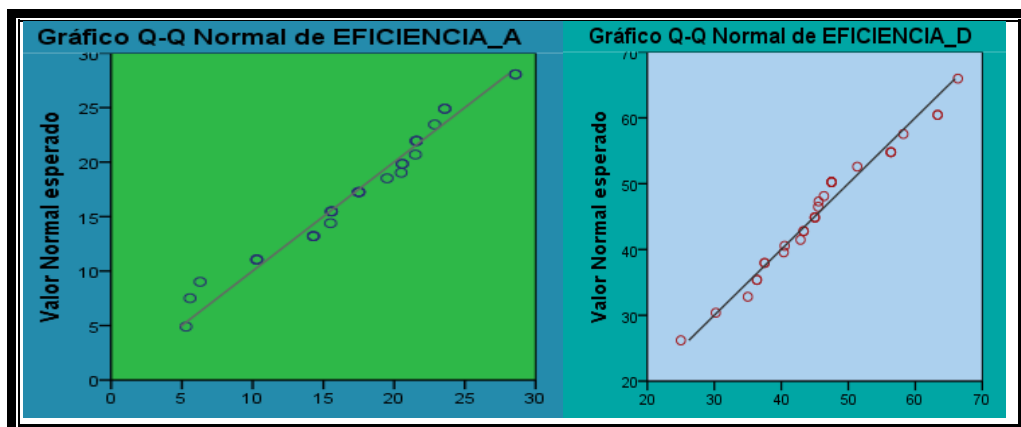
tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Tabla 28: prueba de normalidad para la eficiencia después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia después	,159	30	,059	,969	30	,522

Como podemos observar, la significancia obtenida es mayor a 0.05 esto quiere decir que los datos de la “Eficiencia Después” tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos para el análisis de la contratación hipótesis a la prueba paramétrica T-Student.

Ilustración 29: grafico Q-Q de la eficacia antes y después



Según las pruebas de shapiro wilk, ya que estamos trabajando con muestras de 30, con un nivel de significancia del 5% podemos afirmar que las variables de interés presentan una distribución normal. Visualizando las gráficas Q-Q podemos interpretar cumplen una distribución normal eso se debe a que los puntos se encuentran cerca de la línea diagonal con lo cual visualmente las variables son distribución normal.

3.2.2.- contrastación de la hipótesis

Contrastación de la Hipótesis general

Ho: La metodología de SEIS SIGMA no permite mejorar la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016

Ha: La metodología de SEIS SIGMA permite mejorar la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016

Hipótesis estadística y regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Una vez planteada la regla de decisión de la hipótesis estadística, procederemos a emplear el estadígrafo de la prueba T-Student para muestras relacionadas.

Tabla 29: comparación de medias de la productividad

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Productividad antes	19.0273	30	8.75086	1,59768
Productividad después	99.2293	30	26.3585	4,81098

De la Tabla 29, se puede apreciar que la productividad media después (99.2293) es mayor que la productividad media antes (19.0273) se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador.

Tabla 30: significancia de la comparación de medias de la productividad

Correlación de muestras emparejadas

	N	Correlación	T	Gl	Sig.
Productividad antes & productividad después	30	,194	14.977	29	,000

De la tabla 30, se puede apreciar que la significancia es 0.000, menor que 0.05 lo que comprueba lo acertado de nuestro análisis de la comparación de medias, y nos indica además que la metodología seis sigma mejora la productividad de la empresa.

Contrastación de la primera hipótesis específica

H0: La metodología de SEIS SIGMA no mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C 2016

Ha: La metodología de SEIS SIGMA mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C 2016

Hipótesis estadística y regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Una vez planteada la regla de decisión de la hipótesis estadística, procederemos a emplear el estadígrafo de la prueba T-Student para muestras relacionadas

Tabla 31: comparación de medias de la eficiencia

Estadística de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Eficacia antes	17.2530	30	6.05246	1.10502
Eficacia después	46.0800	30	9.74649	1.77946

De la Tabla 31, se puede apreciar que la eficacia media después (46.0800) es mayor que la eficacia media antes (17.2530) por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador.

Tabla 32: significancia de la comparación de medias de la eficiencia

Correlación de muestras emparejadas					
	N	Correlación	T	Gl	Sig.
Eficacia antes & Eficacia después	30	,440	11,656	29	,000

De la tabla 32, se puede apreciar que la significancia es 0.000, menor que 0.05 lo que comprueba lo acertado de nuestro análisis de la comparación de medias, y nos indica que la metodología seis sigma mejora la eficacia de la empresa.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ho: La metodología de SEIS SIGMA no mejora la eficiencia, en el proceso de pintado automotriz empresa FACTORIA ALPAER S.A.C. 2016

Ha: La metodología de SEIS SIGMA mejora la eficiencia, en el proceso de pintado automotriz empresa FACTORIA ALPAER S.A.C. 2016

Hipótesis estadística y regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Una vez planteada la regla de decisión de la hipótesis estadística, procederemos a emplear el estadígrafo de la prueba T-Student para muestras relacionadas.

Tabla 33: comparación de medias de la eficacia

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Eficiencia antes	11.2447	30	3,45770	,63129
Eficiencia después	21.3450	30	2,47839	,45249

De la Tabla 33, se puede apreciar que la eficiencia media después (21.3450) es mayor que la eficiencia media antes (11.2447), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis del investigador.

Tabla 34: significancia de la comparación de muestras emparejadas

Correlación de muestras emparejadas

	N	Correlación	T	Gl	Sig.
Eficiencia antes & Eficiencia después	30	,165	12,095	29	,000

De la tabla 34, se puede apreciar que la significancia es 0.000, menor que 0.05 lo que comprueba lo acertado de nuestro análisis de la comparación de medias, y nos indica que la metodología seis sigma mejora la eficacia de la empresa.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados que más resaltan del estudio titulado “aplicación de la metodología seis sigma para el mejoramiento de la productividad en el proceso de pintado automotriz en el área de producción de la empresa FACTORÍA AL PAER S.A.C, CARABAYLLO 2017” se han contrastado con las investigaciones señaladas en el área de trabajos previos las cuales incluyen a John Valencia (2014), Andrade – Maldonado (2012) Quito, Manolo Calderón – Cristian Peralta (2013).

Mediante el análisis realizado a la productividad, se puede comprobar que la aplicación de la metodología seis sigma se mejoró la productividad de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa que nuestra productividad se encontraba en 19.02% y después de la aplicación se obtuvo una productividad de 99.22% en consecuencia podemos visualizar que se mejoró en un 80.2%, de igual manera este resultado coincide con lo investigado por John Valencia (2014), que refiere a su investigación “diseño e implementación de nuevos métodos de trabajos para la optimización del flujo de proceso de producción en el área de pintura de la empresa MAGNETRON, donde sostiene que la correcta implementación de nuevos métodos de trabajo le permitió optimizar los procesos en diversas áreas del trabajo, pero tuvo un incremento de tiempo en el proceso productivo al permitir unir y rediseñar, pero observo una reducción de tiempo en el proceso aumentando su productividad y la reducción de tiempos de pintado automotriz, las cuales le genero un incremento importante en su indicador de productividad es decir que hubo un incremento de 76% en la cual genero un importante incremento en la productividad de la empresa. Así mismo la teoría reflejada en el autor Gutiérrez, Pulido. “calidad y productividad”. (2010), en donde nos dice que, reduciendo los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, retrasos de los suministros, etc. Incrementaremos la eficacia de la producción y por su puesto la productividad de la compañía.

Mediante el análisis realizado a la eficiencia, se puede comprobar que mediante la aplicación de la metodología seis sigma se mejoró la eficiencia de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa que nuestra eficiencia se encontraba en 11,24% y después de la aplicación se obtuvo

una eficiencia de 21.34% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 10.1%, de igual manera este resultado coincide con lo investigado por Manuel Andrade y Daniel Maldonado (2012), que refiere en su investigación “propuesta de mejora en la eficiencia operacional del taller de enderezada y pintura “azucenas” de automotores y anexos (ayasa), basado en un modelo de simulación”, en donde sostiene que la correcta implementación de nuevos métodos de trabajo le permitió optimizar los procesos en diversas áreas del trabajo, las cuales le generó un incremento importante en su indicador de eficiencia de lo se encontraba en 53% ahora está 94% eso quiere decir que hubo un incremento de 41% en la cual generó un importante incremento en la productividad de la empresa. Así mismo la teoría reflejada en el autor CRUELLES, José. (2013), “Productividad industrial: método de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua”. Expresa que las industrias se desenvuelven en un mundo globalizado en la que la falta de la diferenciación respecto a la competencia solo puede ser asumida siendo altamente “Eficientes”.

Mediante el análisis realizado a la eficacia, se pudo comprobar que mediante la aplicación de la metodología seis sigma se mejoró la eficacia de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa que nuestra eficacia se encontraba en 17.25% y después de la aplicación se obtuvo una eficacia de 46.08% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 28.82% de igual manera este resultado coincide con lo investigado por Manolo Calderón y Cristian Peralta (2013), que refiere en su investigación “mejora continua de la productividad de la empresa MODASA mediante la metodología PHVA”, en donde sostiene que mediante la estandarización de las operaciones, capacitación del personal, estaciones de trabajos paralelas, adquisición de maquinarias, se redujo considerablemente las tareas, concluyendo que se equilibraron los procesos en términos de tiempos de producción, las cuales le generó un incremento importante en su indicador de eficacia de lo se encontraba en 42.02% ahora está 54.41% eso quiere decir que hubo un incremento de 12.39% en la cual generó un importante incremento en la productividad de la empresa. Así mismo la teoría reflejada en el autor CRUELLES, José. (2013), “Productividad industrial: método de

trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua”. Expresa que las industrias se desenvuelven en un mundo globalizado en la que la falta de la diferenciación respecto a la competencia solo puede ser asumida siendo altamente “Eficientes”.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos durante la investigación podemos mencionar las siguientes conclusiones:

Se concluye que mediante la aplicación de la metodología seis sigma se incrementó la productividad de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa una nuestra productividad en 19.02% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una productividad de 99.22% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 80.2.

Se concluye que mediante la aplicación de la metodología seis sigma se mejoró la eficiencia de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa una nuestra eficiencia se encontraba en 11.24% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una eficiencia de 21.34% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 10.1%,

Se concluye que mediante la aplicación de la metodología seis sigma se incrementó la eficacia de la empresa Factoría Alpaer S.A.C, ya que antes de la aplicación del seis sigma se observa una nuestra eficacia en 17.25% y después de la aplicación del seis sigma se obtuvo una eficacia de 46.08% en consiguiente podemos visualizar que se mejoró en un 28.82%.

VI.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la jefatura del área de pintura monitorear de forma constante los indicadores de productividad las cuales nos permiten llevar un control de forma real de cómo se está comportando la eficacia y eficiencia de nuestra producción, para poder realizar las correcciones cuando se detecten variaciones de la productividad.

Se recomienda promover la participación activa del personal operativo con incentivos económicos por logro de metas o incremento de la productividad, ya que son ellos los que van a tener contacto directo con el proceso, por lo tanto, se debe realizar reuniones para capacitar y concientizar al personal, con el nuevo procedimiento para poder garantizar un desempeño correcto y en condiciones normales, generando un clima agradable para nuestros colaboradores.

Se recomienda a la gerencia del área de pintura mantener la supervisión constante de cada proceso de pintado automotriz, esto permitirá ver si existe alguna anomalía

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Urcuango, L (2013), en su trabajo de investigación titulado: “mejoramiento de la productividad mediante la implementación de la herramienta DMAIC en la microempresa GONZA de la ciudad de Ibarra”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas, desarrollado en la (UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE DE IBARRA, ECUADOR).

Andrade, Manuel, Maldonado, Daniel, (2012), en su trabajo de investigación titulado “propuesta de mejora en la eficiencia operacional del taller de enderezada y pintura “azucenas” de automotores y anexos (ayasa), basado en un modelo de simulación”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO- ECUADOR).

Calderón, M. Peralta, C (2013), en su trabajo de investigación titulado “mejora continua de la productividad de la empresa MODASA mediante la metodología PHVA”, para optar el título de ingeniería industrial, de la facultad de ingeniería y arquitectura, desarrollado en la (UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, PERU).

Valdivia, Carlos (2013), en su trabajo de investigación titulado “Diagnóstico y Propuestas de Mejora de Procesos empleando la Metodología Seis-Sigma para una Fábrica de Mantenimiento y Reposición de Mobiliario para Supermercados y Tiendas Comerciales”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ).

Torrejón, Dick, (2015), en su trabajo de investigación titulado “Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (UNIVERSIDAD PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ)

Valencia, J, en su trabajo de investigación titulado: “diseño implementación de nuevos métodos de trabajos para la optimización del flujo de proceso de producción en el área de pintura de la empresa MAGNETRON S.A.S, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultad de ciencias básicas e ingenierías, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRAS, COLOMBIA

Ramírez, M, en su trabajo de investigación titulado: “plan de mejoramiento al proceso de producción de pinturas y masillas y resinas de la empresa industrias MACAR PALMIRA S.A ”, para optar el título de ingeniera industrial, de la facultad de ingenierías industrial, desarrollado en la (UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE, COLOMBIA,

Sánchez, J, en su trabajo de investigación.” diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa LA CASA DE TORNILLO SRL”, para optar el título de ingeniero industrial, de la facultada de ingeniería, desarrollado en la (UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, CHICLAYO, PERU

Claudio, P, en su trabajo de investigación titulado “Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria”, para optar el título de ingeniero industrial desarrollado en la (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

GOMEZ, F, TEREJO, M, VILAR, J, (2010). “seis sigma” en Gomez, F, Terejo, M, Vilar, J, H. *seis sigma*. McGraw-Hill/interamericana editores, s.a. de c.v. México df. Pag. 42 – 46.

PULIDO, H. 2010). “Introducción al seis sigma” en Gutiérrez Pulido, H. calidad total y productividad 3ra edición. McGraw-Hill/interamericana editores, s.a. de C.V. México df. Pág. 280.

MASMELLA CARRILLO, R. (2014). *Cómo implementar sistemas para la gestión de proyectos guiados por un modelo de mejora continua*. Colombia: Armada digital impresión y acabados. [Consulta: 8 de GUTIERREZ setiembre de 2015].

UNIVERSIDAD ESAN. *Programa de alta Especialización en Six Sigma*. <<http://www.esan.edu.pe/pae/six-sigma/>>, [Consulta: 8 de setiembre de 2015].

TCMETROLOGIA (2014). *Proyectos de Seis Sigma*, <<http://www.tcmetrologia.com/noticias/proyectos-seis-sigma.html>>, [Consulta: 8 de setiembre de 2015].

GONZALES, J. 2014. *Seis Sigma que significa*.
<<http://www.bloglogisticayproduccion.com/2014/08/05/seis-sigma-que-significa>>.

[Consultado: 3 de setiembre de 2015].

VERGARA SCHAMALBACH, J. *Productividad*: [Archivo de video].
<<https://www.youtube.com/watch?v=jEXodWdCRYy>>. [Consultado: 2 de setiembre de

2015].

VENTURA, D. (2014). *Mejora la productividad en entornos industriales*. Revista electrónica.
<[http://www.bloglogisticayproduccion.com/2014/05/07/mejora-la-productividad-en-](http://www.bloglogisticayproduccion.com/2014/05/07/mejora-la-productividad-en-entornos-industriales)

[entornos-industriales](http://www.bloglogisticayproduccion.com/2014/05/07/mejora-la-productividad-en-entornos-industriales)>. [Consultado: 2 de setiembre de 2015].

CRUELLES, José. *Productividad industrial: método de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfa omega Grupo Editor, 2013 (pág. 10).

VERGARA JOSE (2011). "Productividad para emprendedores", *productividad*. Mexico: Editorial D.F, trillas, 2011(Pag.16).

GARCIA, CANTU (2015). "Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana empresa", *productividad*. Mexico: Editorial D.F, trillas, 2015(Pag.16).

ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. 2015. *Mejora de la calidad*.
<<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mejora-de-la-calidad>>. [Consultado 9 de setiembre de 2015].

AGUILAR MORALES, J. (2010). "La Mejora Continua" en Aguilar Morales, J. *Mejora Continua*. México: Asociación oaxaqueña de psicología A.C. pag. 3. <
http://issuu.com/ivetperez/docs/la_mejora_continua>. [Consultado: 9 de setiembre de 2015]

VILLAGRÁN PONE, S. (2011). *Conceptos generales de pintura*.
<<https://es.scribd.com/doc/55572312/Conceptos-Generales-Sobre-Pinturas>>.
[Consultado: 2 de setiembre de 2015].

ATPSOFTWARE. 2015. *Control de procesos*. <<http://www.atpsoftware.net/Calidad.htm>>.
[Consultado: 10 de setiembre de 2015].

CEREZO, P. 2015. *La calidad del servicio como elemento estratégico para fidelizar al cliente*. <<http://www.teleworkspain.com/Art012.htm>>. [Consultado: 9 de setiembre de 2015]

CUATRECASAS ARBOS, LL, (2012). “Diagrama de cauda y efecto” en Cuatrecasas Arbos, LL. *Gestión de la calidad total*. Madrid: Ediciones Días de Santos, pagina. 592. <https://books.google.com.pe/books?id=W_kh5TLr7uAC&pg=PA592&dq=diagrama+de+causa+y+efecto+ishikawa+2013&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false>. [Consulta: 7 de setiembre de 2015].

GONZÁLEZ, CRISTINA. DOMINGO, ROSARIO. SEBASTIÁN, MIGUEL (2013). “diagrama de Pareto” en González, cristina. domingo, rosario. Sebastián, miguel, *técnicas mejora de la calidad*. Madrid: Editorial UNED, 2013(Pag.69).

GUTIERREZ PULIDO, H. 2010). “Introducción al seis sigma” en Gutiérrez Pulido, H. *calidad total y productividad 3ra edición*. McGraw-Hill/interamericana editores, s.a. de c.v. México df. Pag. 280 – 296.

MASMELLA CARRILLO, R. (2014). *Cómo implementar sistemas para la gestión de proyectos guiados por un modelo de mejora continua*. Colombia: Armada digital impresión y acabados. [Consulta: 8 de setiembre de 2015]. acabados. [Consulta: 8 de setiembre de 2015].

BERNAL, Roberto. *Metodología de la investigación*. 3ª. ed. COLOMBIA: PEARSON educación, 2010. Pág. 139.

SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 4ª. ed. México: McGraw-Hill interamericana editores, 2010. 656p.

VIII. ANEXOS




































“APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PINTADO AUTOMOTRIZ EN EL AREA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA FACTORIA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016”

Ilustración 1: matriz de consistencia

Problema general	Objetivos	Hipótesis	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador
¿De qué manera la metodología de SEIS SIGMA mejorará la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016?	Determinar como la metodología de SEIS SIGMA mejora la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016	La metodología de SEIS SIGMA permite mejorar la productividad en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.	VI Seis Sigma	Seis Sigma (6s) es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo, (SEIS SIGMA/ GOMEZ, F. pag.42	Se utilizara las herramientas del seis sigma para elaborar la medición de los procesos con el fin de detectar los defectos y aumentar la calidad de los procesos y servicios.	Definir	Identificar problemas
¿De qué manera la aplicación de la metodología de seis Sigma mejorará la eficiencia en el proceso de pintado automotriz de la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C CARABAYLLO 2016?	Determinar como la Metodología seis sigma mejora la eficiencia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016.	La metodología de SEIS SIGMA mejora la eficiencia en el proceso de pintado automotriz en la empresa FACTORÍA ALPAER S.A.C 2016				Medir	Procesos de pintado
¿De qué modo la aplicación de la metodología de seis sigma mejorará la eficacia en el proceso de pintado automotriz de la empresa FACTORIA ALPAER S.A.C CARABAYLLO 2016?	Determinar como la metodología seis sigma mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz en la factoría ALPAER S.A.C. CARABAYLLO 2016	La metodología de SEIS SIGMA mejora la eficacia en el proceso de pintado automotriz empresa FACTORIA ALPAER S.A.C. 2016	VD Productividad	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema (PRODUCTIVIDAD /GUTIERREZ, calidad total y productividad 3° edición pág. 21).	Es la relación que existe entre la eficacia de la producción cumpliendo los objetivos, sobre la eficiencia de todos los insumos empleados.	Analizar	costos de materiales
						Mejorar	Reducción de tiempos de pintado
						Controlar	Controles de procesos
						Eficiencia	Horas uso de personal
						Eficacia	Autos reparados diarios



DIAGRAMA DE PROCESO PINTURA ACTUAL DE AUTOMOVIL

















Método actual		Fecha: 06 / 02 / 2016						
Método propuesto								
Sujeto del diagrama		Hecho por christian neyra						
Diagrama # 1		Hoja # 1						
Departamento de producción								
Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						
	30							Inspección de las áreas planchadas y masilla das
	6							Traslado del auto al área de área de pintura
	15							Preparar la primera capa de fondo
	10							Prepara la pistola de pintar
	15							Aplicar una mano de la primera capa de fondo
	50							Secado de la mano de fondo
	5							Inspeccionar la adherencia de la primera mano de fondo
	30							Aplicar dos manos cruzadas de fondo
	90							Secado de la primera capa de fondo
	120							Lijar al agua la superficie de todo el auto
	20							Limpiar la superficie de impurezas
	60							Aplicar la segunda capa de fondo
	120							Secado de la segunda capa de fondo
	140							Lijar toda la superficie del auto con lija fina número 700
	3							Ir al laboratorio de preparación de pintura o colorimetría
	30							Prepara la pintura con el viscosímetro
	40							Aplicar la primera capa de pintura
	210							Secado de la primera capa de pintura
	40							Aplicación de la segunda capa de pintura
	210							Secado e la segunda capa de pintura
	20							Aplicación de la tercera capa de pintura
	210							Secado de la tercera capa de pintura
	3							Prepara el barniz
	20							Aplicar la primera capa de barniz
	180							Secado de la primera capa de barniz
	30							Aplicación de las dos manos cruzadas de barniz




































	1000							Secado de barniz
	300							Pulir todas las superficies pintadas
	180							Montar las parabrisas, tapicería, faros, lunas, etc.
	40							Lavado y encerado del auto
	20							Inspección final de las superficies pintadas
	1							Traslado del vehículo al parqueo
	10							Entrega del vehículo
	3.489	18	8	3		11		

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje 
# de actividades	18	3	9	3	-
Total					

DIAGRAMA DE PROCESO PINTURA TOTAL MEJORADO DE AUTOMOVIL

Método actual		Fecha: 06 / 02 / 2016
Método propuesto		
Sujeto del diagrama		Hecho por christian neyra
Diagrama # 1		Hoja # 1
Departamento de producción		

Distancia	Tiempo	Símbolo de diagrama						
	30							Inspección de las áreas planchadas y masilla das
	6							Traslado del auto al área de área de pintura
	15							Preparar la primera capa de fondo
	15							Aplicar una mano de la primera capa de fondo
	10							Secado de la mano de fondo
	5							Inspeccionar la adherencia de la primera mano de fondo
	30							Aplicar dos manos cruzadas de fondo
	10							Secado de la primera capa de fondo
	180							Lijar al agua la superficie de todo el auto
	20							Limpiar la superficie de impurezas
	60							Aplicar la segunda capa de fondo
	120							Secado de la segunda capa de fondo
	240							Lijar toda la superficie del auto con lija fina número 700
	3							Ir al laboratorio de preparación de pintura o colorimetría
	30							Prepara la pintura con el viscosímetro
	3							Regresar al área de pintura – horno
	10							Prepara la pistola de pintar
	40							Aplicar la primera capa de pintura
	30							Secado de la primera capa de pintura
	40							Aplicación de la segunda capa de pintura
	30							Secado e la segunda capa de pintura
	20							Aplicación de la tercera capa de pintura
	120							Secado de la tercera capa de pintura
	3							Prepara el barniz
	20							Aplicar la primera capa de barniz
	5							Secado de la primera capa de barniz
	30							Aplicación de las dos manos cruzadas de barniz

	180							Secado de barniz
	300							Pulir todas las superficies pintadas
	180							Montar las parabrisas, tapicería, faros, lunas, etc.
	40							Lavado y encerado del auto
	20							Inspección final de las superficies pintadas
	1							Traslado del vehículo al parqueo
	10							Entrega del vehículo
	1860	18	8	3		11		

RESUMEN					
	Operaciones 	Transporte 	Espera 	inspecciones 	Almacenaje 
# de actividades	18	4	9	3	
Total					

CARTA DE PRESENTACION

Señor:

Presente

Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVEZ DE JUCIO DE EXPERTOS.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de SUBE de ingeniería industrial de la UCV, en la sede de Lima-Norte, 2017 – I, aula 340, requerimos validación los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de bachiller en ingeniería industrial.

El título de nuestro proyecto de investigación es: “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PINTADO AUTOMOTRIZ EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FACTORÍA ALPAER S.A.C, CARABAYLLO 2016” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en medición, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definición conceptual de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente

DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable independiente:

Metodología SEIS SIGMA:

Gomez, (2010, pág. 42), seis Sigma (6s) es una filosofía de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a centrar y eliminar las causas de los errores, Defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades.

Dimensiones de la variable independiente:

Mas mella, (2014). Nos data sobre, el propone lo siguiente para Optimizar propone el ciclo DMAIC de Seis Sigma como la guía para desarrollar proyectos de mejora continua, Seis Sigma es apalancado por el ciclo DMAMC que cuenta con cinco etapas:

- **Definir**, concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.
- **Medir**, entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- **Analizar**, que pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- **Mejorar**, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.
- **Controlar**, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción al cliente.

DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable dependiente:

Productividad:

Gutiérrez, (2010, pág. 21), La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementa la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad, se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina.

Dimensiones de la variable dependiente:

Eficiencia: es la relación **entre los recursos** programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un periodo definido.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}}$$

Eficacia: es la relación entre los productos logrados y la meta que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{productos logrados}}{\text{Metas}}$$

Figura 9: pintado de auto yaris actual secado al medio ambiente



En la figura podemos observar un auto Toyota yaris después del proceso de pintado, se encuentra secando al medio ambiente para realizar el pulido correspondiente.

Figura 10: proceso de preparación y pintado mejorado

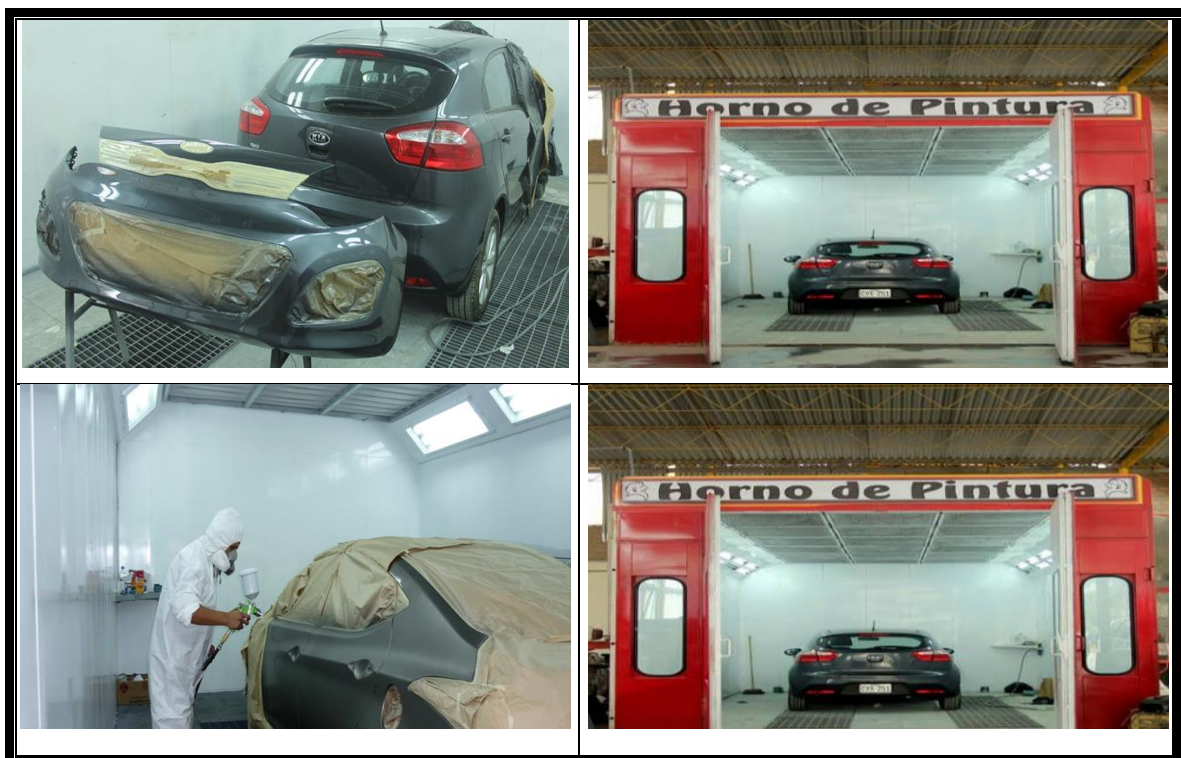


En que la figura que se representa podemos mencionar que se está realizando el proceso de lijado de la parte para choque de un auto, luego el proceso de base que se cubre al masilla do y finalmente el pintado en el proceso mejorado

Figura 11: proceso de pintado y secado de auto dentro de la cabina de pintado



Figura 12: proceso de secado de auto kia rio



CALCULAR EL NIVEL SIGMA ACTUAL DEL PROCESO Y MEJORADO

DPMO (defectos por millón de oportunidades)

• Total Observaciones 30

• Casos defectuosos 17

• Oportunidad de defecto 1

$$DPMO = \frac{17 \cdot 1000,000}{30 \cdot 1} = 566,666.667$$

Nivel Sigma Actual 1,58

DPMO (defectos por millón de oportunidades)

• Total Observaciones 30

• Casos defectuosos 17

• Oportunidad de defecto 1

$$DPMO / 1000,000 = \frac{17}{30 \cdot 1} = 0,5666$$

Buscando en la tabla Normal

Estándar:

$$Z_{0,5666} = 1,58$$

Nivel Sigma Actual 1,58

DPMO (defectos por N oportunidades)

• Total Observaciones 15

• Casos defectuosos : 1

$$DPO = \frac{1}{15} = 0.06666667$$

Buscando en la tabla Normal

Estándar:

$$Z_{0,066667} = 2,48$$

Nivel Sigma Actual 2,48